

**DIAGNÓSTICO GENERAL DEL ESTADO DE LOS BIODIGESTORES EN LA
REGION DEL ARIARI, MUNICIPIOS DE PUERTO GAITAN Y VILLAVICENCIO
DEL DEPARTAMENTO DEL META**

YERLI GARCIA GOLU

**UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
VILLAVICENCIO**

2019

**DIAGNÓSTICO GENERAL DEL ESTADO DE LOS BIODIGESTORES EN LA
REGION DEL ARIARI, MUNICIPIOS DE PUERTO GAITAN Y VILLAVICENCIO
DEL DEPARTAMENTO DEL META**

YERLI GARCIA GOLU

Trabajo de grado-Pasantía en investigación presentado para obtener el título de
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

Línea de Investigación

Innovación, Desarrollo Tecnológico y Competitividad en cadenas y sistemas de
Producción Agroindustrial.

Grupo de Investigación

Ciencia Tecnología e Innovación Agroindustrial - CITIA

DIRECTOR: Dra. Ing. Qco. MARÍA PATRICIA RODRÍGUEZ ROJAS

UNIVERSIDAD DE LOS LLANOS

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

VILLAVICENCIO

2019

NOTAS DE ACEPTACIÓN:

María Patricia Rodríguez Rojas

Directora

Villavicencio, noviembre de 2019.

DEDICATORIA

La culminación de este proyecto que tiene como fin de otorgarme el título de Ingeniera Agroindustrial, fue un trabajo compuesto y mancomunado de varias personas que con esfuerzo y dedicación me guiaron por este camino de conocimiento, aprendizaje y madurez personal y profesional. Por tal razón quiero dedicarle este logro principalmente a Dios que me regalo sabiduría y entendimiento durante este camino, a mi padre Duvar Eli García Viafara y a mi madre María Neyi Golu Murillo los cuales merecen mi respeto y amor, por haberme ofrecido todo de ellos sin importar cuanto esfuerzo le allá costado. A mi familia que son el motor de mi vida y a todas aquellas personas que directa o indirectamente aportaron para que yo sea una mujer que lucha por sus convicciones. Mil gracias.

Yerli Garcia Golu

AGRADECIMIENTOS

Primero que todo quiero agradecer a Dios por todas las bendiciones que me ha regalado, por guiarme en este camino tan tedioso y por apoyarme en cada paso que doy.

A la Universidad y a las personas que la conforman, porque con su trabajo y dedicación cada día aportan conocimiento, desarrollo y oportunidades a muchos jóvenes que desean sobresalir en esta sociedad.

Al Centro de investigaciones, a cada una de las personas y organizaciones que permitieron el desarrollo de este trabajo, especialmente a mi directora María Patricia Rodríguez que fue mi guía y apoyo durante este proceso.

Por último, pero no menos importante, a mi familia que han puesto todo su empeño y amor para que yo pueda alcanzar mis logros y mi anhelo es regresarles algún día un poco de lo que me han dado.

Yerli García Golu

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	16
1. OBJETIVOS	17
1.1 OBJETIVO GENERAL	17
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
3. JUSTIFICACIÓN	20
4. MARCO TEORICO.....	22
4.1 PANORAMA ACTUAL DEPARTAMENTO DEL META	22
4.1.1 Producción bovina	22
4.1.2 Producción porcina.....	22
4.1.3 Agricultura	22
4.2 REGIÓN DEL ARIARI.....	23
4.3 BIOMASA	23
4.3.1 Residuos agrícolas.....	23
4.3.2 Estiércol de animal.	24
4.2 BIODIGESTORES	25
4.3 TIPOS DE BIODIGESTORES	25
4.5.1 Continuos.	25
4.5.2 Semicontínuos.....	25
4.5.3 Biodigestores tipo Batch o discontinuos.	25
4.5.4 Biodigestor tubular.....	26
4.6 PARTES DE UN BIODIGESTOR	26

4.7 PROCESO ANAEROBIO	27
4.7.1 Hidrólisis.....	28
4.7.2 Acidogénesis	28
4.7.3 Metanogenesis:	28
4.8 PRODUCTOS FINALES DE LA DIGESTIÓN ANAEROBIA	29
4.8.1 Biogás	29
4.8.2 Metano.	30
4.8.3 Bioabono o Biol	31
4.9 REDES RELACIONADAS CON BIODIGESTORES	31
4.9.1 RedBioLAC.....	31
4.9.2 RedBioCOL.	32
5. ESTADO DEL ARTE	33
6. METODOLOGIA.....	37
6.1 REVISIÓN DOCUMENTAL.....	37
6.2 REUNIONES ASOCIACIONES CAMPESINAS, GREMIOS Y EMPRESAS	37
6.3 ELABORACIÓN DE ENCUESTA	37
6.4 APLICACIÓN DE LA ENCUESTA Y VISITAS A LAS DIFERENTES ZONAS ESTUDIADAS.....	38
6.5 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	38
7. RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS	39
7.1 BIODIGESTORES REGISTRADOS	39
7.2 BIODIGESTORES IDENTIFICADOS	39
7.3 CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO PARA PRODUCTORES	40
7.3.1. Levantamiento de información predial.....	40

7.4 ANÁLISIS DE PREGUNTAS DE ENCUESTA	42
7.4.1. Información demográfica y socioeconómica.....	43
7.4.2 Identificación del predio y productividad.....	45
7.4.3 Gestión del biodigestor.....	48
7.4.4 Características del biodigestor.	50
7.4.5 Aspectos de instalación.....	51
7.5.6 Capacidad y variables de instalación.	57
7.4.6 Usos del biodigestor.....	59
7.4.7 Subproductos obtenidos.....	63
7.5 EMPRESAS ESTUDIADAS	65
7.5.1 Empresa Manuelita Aceites y energía	67
7.5.2 Empresa Comestibles El Gavan S.A.S.....	68
7.5.3 Granja Agropecuaria Uniminuto	70
7.5.4 Universidad de los Llanos	71
7.6 BENEFICIOS QUE HA TRAÍDO EL BIODIGESTOR.....	73
7.7 DIFICULTADES DEL PROCESO DE BIODIGESTIÓN	73
7.8 ASPECTOS A MEJORAR EN EL BIODIGESTOR	74
8. CONCLUSIONES.....	75
9. RECOMENDACIONES	76
10. BIBLIOGRAFIA	77
11. ANEXOS	80

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Biodigestor tipo Bach	25
Figura 2. Proceso integral del biodigestor	27
Figura 3. Proceso de digestión anaerobia.....	28
Figura 4. Molécula de metano.....	30
Figura 5. Presencia de los biodigestores en los Municipios estudiados	42
Figura 6. Ubicación de predios visitados.....	42
Figura 7. Edad de los encuestados.....	43
Figura 8. Estado Civil de personas encuestadas	44
Figura 9. Números de hijos en el hogar Figura 10. Con quien vive el encuestado	44
Figura 11. Nivel de estudio de los encuestados.....	45
Figura 12. Cantidad de hectáreas por predio donde se instaló un biodigestor	46
Figura 13. Principal ingreso de los productores con biodigestor	46
Figura 14. Productos agrícolas en fincas	47
Figura 15. Tipo de animales productivos en fincas	47
Figura 16. Asesoría de instalación del biodigestor.....	48
Figura 17. Participación en la instalación de biodigestor en fincas	49
Figura 18. Fuentes de financiamiento para instalación del biodigestor.....	49
Figura 19. Organizaciones que Financiaron instalación de biodigestores	50
Figura 20. Tipo de sistema instalados en las fincas.....	51
Figura 21. Biodigestor tipo chorizo o tubular finca la Peluza.....	52
Figura 22. Biodigestores tipo caneca en serie Reserva Natural Rancho Camaná.....	52
Figura 23. Biodigestor Tipo caneca Finca Moniyamena	53
Figura 24. Año de instalación de los biodigestores.....	54
Figura 25. Tiempo de funcionamiento del biodigestor	54
Figura 26. Estado actual de los Biodigestores	55
Figura 27. Modo de financiamiento de los biodigestores No operativos	55

Figura 28. Biodigestor no operativo plástico roto	Figura 29. Biodigestor No puesto en marcha	56
Figura 30. Capacidad de biodigestores en m ³		59
Figura 31. Material orgánico con que se alimenta el biodigestor		60
Figura 32. Usos que se le da al biodigestor		60
Figura 33. Uso del biodigestor que genera mayor beneficio a los productores.....		61
Figura 34. Frecuencia de alimentación del biodigestor		62
Figura 35. Utilización del biol en las fincas		63
Figura 36. Formas de uso del biol en las fincas estudiadas.....		63
Figura 37. Utilización del biogás en fincas		64
Figura 38. Formas de uso del biogás en fincas estudiadas		64
Figura 39. Biodigestor laguna carpada empresa Aceites y energía Manuelita		67
Figura 40. Biodigestor empresa Comestibles El Gavan S.A.S.....		69
Figura 41. Biodigestor Granja Uniminuto en funcionamiento		70
Figura 42. Lugar donde se encontraba el biodigestor tubular Universidad de los Llanos		72

LISTADO DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Producción de biogás de diferentes materias orgánicas	24
Tabla 2. Características generales del biogás	29
Tabla 4. identificación y estados de los biodigestores en fincas productoras	40
Tabla 5. Empresas registradas que instalaron biodigestores.....	65
Tabla 6. Información general del estudio de los sistemas en empresas	66

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Cuestionario caracterización de biodigestores proyecto de investigación para productores.....	80
Anexo B. Cuestionario caracterización de biodigestores proyecto de investigación para empresas	89
Anexo C. Biodigestores identificados que no fueron censados	95
Anexo D. Respuestas de encuestas aplicadas a productores	96

RESUMEN

La elaboración del presente diagnóstico permitió conocer la situación actual en la cual se encuentran los biodigestores en algunas zonas estudiadas del departamento del Meta. El proyecto surgió a partir de la necesidad de conocer los aciertos y fallas en la implantación de esta tecnología y además la influencia que ha tenido en cada una de las personas que han optado por tener un biodigestor como respuesta a una necesidad ambiental, económica y social. Para conocer los diferentes aspectos que influyen en la intención de adquirir un biodigestor, se aplicó una encuesta direccionada a productores y organizaciones donde se instalaron biodigestores. A partir de la información recabada, se pudo constatar la existencia de un total de 47 biodigestores, de los cuales se caracterizaron 32: 28 pertenecientes a fincas y 4 a organizaciones o empresas. También se recolectó información demográfica y socioeconómica de las fincas productoras, el 28,3% de los biodigestores censados se encuentran ubicados en Lejanías, seguido de Puerto Gaitán y Puerto López con 21,4% cada uno y por últimos Restrepo y Villavicencio. En un 53,6% las personas viven con su pareja e hijos que en un 29,6% son 3 hijos. Los 28 biodigestores de fincas fueron instalados principalmente a partir de iniciativas de proyectos dirigidos a productores por organizaciones como la Universidad de los Llanos a través del proyecto Farmer to Farmer, la Fundación Cosmopolitana, grupos de productores del Meta y organizaciones no gubernamentales como la RedBioCol. La tecnología predominante en los sistemas de biodigestión son los biodigestores tipo chorizo tubular (89%), continuando con el tipo canecas en serie (7%) y finalizando los de tipo caneca y lagunas cubiertas. Los sistemas fueron evaluados con los parámetros de alimentación, capacidad, tiempo de operación y subproductos obtenidos. Los resultados apuntan a que los propietarios de estos sistemas están conscientes de los beneficios que tiene la implantación de biodigestores en sus fincas o corporaciones. Más del 50% de los productores coinciden que el aprovechamiento del biol (bioabono) es el mayor beneficio que

aporta el biodigestor y el 32,1% opinan que la generación de energía térmica es el más importante, aunque exponen que es un beneficio integral. En el caso de las empresas, específicamente Manuelita Aceites y Energía, la generación de energía a partir del biodigestor ha contribuido a grandes cambios económicos en su organización, volviéndola autosuficiente energéticamente. Por último, la disminución de la contaminación del medio ambiente por el aprovechamiento de residuos, es otro beneficio ambiental que se suma, ya que se mitiga el uso de combustible fósiles y tala de árboles.

ABSTRACT

The elaboration of this diagnosis allowed to know the current situation in which the biodigesters are in some studied areas of the Meta department. The project arose from the need to know the successes and failures in the implementation of this technology and also the influence it has had on each of the people who have chosen to have a biodigester in response to an environmental, economic and social need. In order to know the different aspects that influence the intention of acquiring a biodigester, a survey was applied to producers and organizations where biodigesters were installed. From the information collected, it was possible to verify the existence of a total of 47 biodigesters, of which 32: 28 belonging to farms and 4 to organizations or companies were characterized. Demographic and socioeconomic information was also collected from the producing farms, 28.3% of the census biodigesters are located in Lejanías, followed by Puerto Gaitán and Puerto López with 21.4% each and finally Restrepo and Villavicencio. In 53.6% people live with their partner and children, which in 29.6% are 3 children. The 28 farm biodigesters were installed mainly from project initiatives aimed at producers by organizations such as the Universidad de los Llanos through the Farmer to Farmer project, the Cosmopolitan

Foundation, Meta producer groups and non-governmental organizations such as the RedBioCol. The predominant technology in biodigestion systems is the biodigestors type tubular sausage (89%), continuing with the type tancans in series (7%) and ending those of the type caneca and lagoons covered.

The systems were evaluated with the feeding parameters, capacity, operating time and by-products obtained. The results suggest that the owners of these systems are aware of the benefits of the implantation of biodigesters in their farms or corporations. More than 50% of the producers agree that the use of biol (bioabono) is the greatest benefit of the biodigester and 32.1% believe that the generation of thermal energy is the most important, although they state that it is an integral benefit. In the case of companies, specifically Manuelita Aceites y Energía, the generation of energy from the digester has contributed to major economic changes in its organization, making it self-sufficient vigorously. Finally, the decrease in environmental pollution due to the use of waste is another environmental benefit that adds up, since the use of fossil fuels and felling of trees is mitigated.

INTRODUCCIÓN

La energía constituye un insumo esencial para el desarrollo en una comunidad, es una necesidad básica para mantener una calidad de vida aceptable dentro de un hogar. Debido a diferentes factores, algunas zonas del país carecen de este servicio generando un daño a las familias afectadas, que muchas veces optan por el uso de fuentes de abastecimiento energético como la madera para solventar esta necesidad causando un impacto ambiental por la desforestación de los bosques.

Por otro lado, el Meta es un Departamento que se caracteriza por la su actividad agrícola, pecuaria y minera, en las cuales se generan diferentes tipos de residuos que no son aprovechados efectivamente, y muchas veces son desechados sin ningún tratamiento previo causando gran contaminación al ambiente debido a las emisiones de gases efecto invernadero como el CO₂ y metano a la atmósfera, por ende, afectando la salud pública.

En los últimos años se han incorporado diferentes sistemas para el tratamiento de residuos orgánicos como la digestión anaerobia por medio de biodigestores, que además es una alternativa para la generación de energía por el uso del biogás y la producción de un fertilizante orgánico conocido como biol. Esta tecnología ha traído muchos beneficios tales como la reducción de contaminantes en las descargas de aguas residuales de las unidades pecuarias y la generación de energía eléctrica. Afectando de forma positiva a empresas productores y sobretodo los campesinos que ven en ella una fuente de energía alternativa renovable y económica.

Tras conocer el potencial que existe por la incorporación estos sistemas en la zona rural, se hace indispensable conocer la situación actual de los biodigestores instalados en la región del Ariari, municipios de Puerto Gaitán, Villavicencio y sus alrededores para conocer los errores y aciertos que ha tenido la instalación de esta tecnología en la región, con el fin de proporcionar seguridad en cuanto la operación eficiente de esta tecnología en proyectos futuros.

1. OBJETIVOS

1.1 OBJETIVO GENERAL

Caracterizar los biodigestores de la zona del Ariari, Villavicencio y de Puerto Gaitán.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar los predios o fincas que poseen biodigestores anaeróbicos en las zonas de estudio.
- Realizar un diagnóstico de los biodigestores anaeróbicos instalados en el área de estudio.
- Conocer los principales logros y fallas en la tecnología implementada en los biodigestores anaeróbicos del área de estudio.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según el censo del DANE 2018 el número de personas censadas en el Departamento del Meta es de 919.129, pero no muestra datos específicos respecto a zona urbana y zona rural. De acuerdo al censo DANE (2005)¹, la población del departamento del Meta es de 835.461 habitantes, de los cuales el 74% (618.139) se ubicaban en las cabeceras municipales, mientras que el 26% (217.322) se encuentra en el resto del territorio. Gran porcentaje de la población rural no está interconectada con la urbanización debido al difícil acceso a estas zonas, ya que están bastante retiradas y no cuenta con infraestructura vial. Esto dificulta realizar las conexiones domiciliarias para la prestación adecuada de servicios, por el costo elevado de inversión. Hacer llegar la red eléctrica a zonas rurales suele ser muy costoso y debido a la topografía no es factible, e incluso, es poco probable que se logre llevar para muchas regiones, debido a los costos de inversión e infraestructura necesaria, según Energreencol citado por Gonzales (2015)².

El Ariari es la región del departamento del Meta, compuesta por los municipios del El Castillo, El Dorado, Fuente de Oro, Granada, La Macarena, Uribe, Lejanías, Puerto Concordia, Puerto Lleras, Puerto Rico, San Juan de Arama, San Luis de Cubarral, Mesetas y Vista Hermosa, la cual fue azotada por muchos años por el conflicto armado, la guerra y los abusos que obligó a la población a desplazarse a otros lugares, retrasando el desarrollo de los municipios. Causando que parte de la zona rural no cuente con los servicios necesarios básicos que causan un déficit en la calidad de vida de los campesinos. A pesar de esto el Ariari una de las zonas más ricas y fértiles para un promisorio desarrollo agropecuario, su gran potencial principalmente en cultivos como el arroz, el café y el cacao la ha catalogado como la principal despensa de Colombia.

¹ Dane. 2005, Colombia.

² Energreencol citado por Gonzales ET, Jurado PC. 2017. Sustratos y producción de biogás en biodigestores. Una revisión sistemática. *Ingeniería*, 2(1): 45-45

Esta actividad agrícola y pecuaria genera diversos residuos orgánicos donde un gran porcentaje son depositados en rellenos sanitarios. Estos residuos no se les da ningún tratamiento, desaprovechando su potencial energético y generando contaminación al ecosistema, ya que al descomponerse liberan gas metano que se controla ni se captura causando un impacto ambiental. Los biodigestores son una alternativa energética para tratar residuos y obtener biogás como fuente energética, a lo largo de los años esta tecnología ha adquirido mucha fuerza debido a los grandes beneficios que ha traído a las poblaciones rurales y fincas. Una dificultad es que muchas veces se instala sin una buena planificación y además no se controla el proceso de digestión.

En el presente trabajo se quiere determinar ¿Cuáles son los errores y aciertos que ha tenido la implementación de biodigestores en la región del Ariari, Villavicencio y el municipio de Puerto Gaitán y alrededores del departamento del Meta y el efecto que ha tenido en la comunidad?

3. JUSTIFICACIÓN

El requerimiento energético y necesidad de cuidar el ecosistema ha hecho que el hombre opte por la implementación de energías renovables y amigables con el medio ambiente. Principalmente mediante la utilización de la biomasa y residuos orgánicos los cuales no tienen mayor utilidad. Estos se transforman mediante diferentes tratamientos térmicos, fermentativos entre otros, de acuerdo a Botero y Thomas (1987) citado por Ramón *et al* (2006)³.

Una de estas alternativas efectivas y que en los últimos años ha tomado mucha fuerza debido a los favorables resultados, es la implementación de biodigestores anaerobios para el tratamiento de aguas residuales y materia orgánica. Esto con el fin de degradar los compuestos complejos en sustancias más simples como el metano presente en el biogás, o minerales en el bioabono o biol que se les da diferentes usos Ramagosa (2012)⁴. La generación de energía mediante biogás es una solución renovable menos contaminante y poco costosa para disminuir el uso de combustibles fósiles, los cuales provocan emisiones de efecto invernadero afectando al ecosistema y a quienes lo habitan.

El uso térmico y demás servicios básicos son necesarios para mejorar la calidad de vida de la población, partiendo de la débil situación de diversificación de la matriz energética del país, el uso de Biodigestores se propone como solución viable a esta necesidad. Teniendo en cuenta que este sistema resulta económico y sencillo de implementar. Un biodigestor se puede construir con materiales baratos, es de fácil elaboración y se puede poner en funcionamiento en cualquier finca. De hecho, los biodigestores se emplean en muchos países en vías de desarrollo (se calcula que hay 30 millones funcionando en el mundo), pero en Sudamérica sólo Cuba, Brasil,

³ Botero, Thomas (1987) citado por Ramón *et al* (2006). Design of a biodigester of garbage can to obtain gas methane and fertilizers to leave of the fermentation of excrements of pig. *Revista ambiental*, 1(1): 18

⁴ Ramagosa L. 2012. Estudio de alternativas y dimensionamiento de biodigestores para aplicaciones domésticas en la zona rural de en Mozambique.

Costa Rica y Colombia han desarrollado esta tecnología en áreas rurales⁵. Los biodigestores son una alternativa fácil y económica para suplir la necesidad de energía térmica, mediante el aprovechamiento de residuos orgánicos para la producción de biogás.

La población de la región tiene relativamente claro que un biodigestor le permite obtener diversos beneficios, sin embargo, se ha detectado que una parte de los biodigestores que fueron instalados han sido posteriormente abandonados. El objetivo de este trabajo es el de realizar un censo de la instalación de biodigestores de la región del Ariari y los municipios Villavicencio y Puerto Gaitán en el departamentito del Meta, sin embargo, no solo contabilizará los biodigestores en funcionamiento, sino también aquellos que fueron instalados y que se abandonaron por diversas razones. Esto nos permitirá formular una estrategia para futuras capacitaciones o sensibilizaciones sobre el tema que ataque directamente las causales de fracaso en la instalación o mantenimiento de los biodigestores, y que valore los beneficios en la calidad de vida de las personas que lo instalan en sus predios.

⁵ Twenergy. 2014. Una iniciativa de Endesa por la eficiencia y la sostenibilidad [18/03/2018] <https://twenergy.com/co/a/colombia-apuesta-por-los-biodigestores-para-generar-biogas-en-las-areas-rurales-1165>

4. MARCO TEORICO

4.1 PANORAMA ACTUAL DEPARTAMENTO DEL META

El departamento del Meta se define como la despensa agrícola y pecuaria de Colombia. Sus actividades principales son:

4.1.1 Producción bovina

Dentro de la actividad pecuaria, la producción de ganado bovino es la que tiene más fuerza debido a la cultura y preferencia gastronómica de los Metenses. Además, la gran extensión y característica de las tierras lo hace un escenario óptimo para la crianza de estos animales. según la URPA (2001) ⁶, La capacidad de carga en las diferentes zonas del departamento son, Piedemonte 1,3 animales/ha., Ariari 0,77 animales/ha., Altillanura 0,36 animales/ha. y Cordillera 3,5 animales/ha.) La raza que predomina es la cebú, con diferentes cruces, de la cual el 50% es destinada para carne, el 4% a lechería especializada y el 46% del sistema productivo es doble propósito.

4.1.2 Producción porcina

La porcicultura es una actividad que ha venido creciendo el departamento del Meta al pasar de los años. Según Herrera⁷ para el 2001 la producción fue aproximadamente de 57.300 cerdos, de los cuales los municipios de Villavicencio, Restrepo, Vista Hermosa y Acacias, representan el 42% de la producción departamental.

4.1.3 Agricultura

Es una de las actividades productivas del departamento que más ha evolucionado, debido al notable crecimiento que ha tenido al pasar los años, donde los principales cultivos que se destacan son: la palma de aceite, el arroz, el maíz y la soya. En el

⁶ URPA (2001). Citado por. HERRERA, Nelsy. Plan estratégico Meta 2020 situación actual sector pecuario y pesquero. [\[En línea\]](#) Plan estratégico 20. Villavicencio. Agosto 2002. P. 6

⁷ HERRERA, Nelsy. Plan estratégico Meta 2020 situación actual sector pecuario y pesquero. [\[En línea\]](#) Plan estratégico 20. Villavicencio. Agosto 2002. P. 9

año 2014 la palma tuvo 205.838 ha. de área sembrada y el arroz 39.763 ha. siendo estos los dos cultivos más sembrados en los últimos años⁸. Seguidos por los cítricos, el caucho, el plátano entre otros que hacen parte de la gran variedad agrícola que ofrece el departamento.

4.2 REGIÓN DEL ARIARI

El Ariari es una de las zonas más productivas debido a su diversidad agrícola, con el 35% de la producción del Meta⁹, debido a esto al transcurrir de los años se han formado diferentes asociaciones de acuerdo a la actividad agrícola, como la asociación arroceras, cacaoteras, cafeteras entre otras.

El cultivo del arroz es el principal generador económico, también el cacao, los cítricos entre otros; durante el aprovechamiento de todos estos recursos se generan gran cantidad de residuos agrícolas y pecuarios, los cuales no son aprovechados eficientemente desaprovechando su potencial energético. Los residuos pecuarios constituyen la principal fuente de generación de residuos orgánicos biodegradables, el cual es utilizado principalmente como materia prima en producción de biogás, a partir de la digestión anaeróbica. Los biodigestores son una alternativa para el manejo de residuos orgánicos para la generación de energía por el uso del biogás.

4.3 BIOMASA

Las características que debe cumplir una materia para que se pueda utilizar en un biodigestor es que sea orgánica, que no esté contaminada, que su composición química sea apta para producir suficiente metano, que es el producto final esperado, y que sea económica.

4.3.1 Residuos agrícolas. Principalmente los obtenidos después de realizar alguna práctica agrícola, estos desechos se destinan a descomponerse, deben estar libres

⁸ META. Evoluciones agropecuarias municipales. Principales Cultivos por Área Sembrada en el Año 2014. [En línea]. <http://www.agronet.gov.co/Documents/Meta.pdf>

⁹ ROMERO, Rafael. El potencial del Ariari. Rev. El tiempo. 1996

de fertilizantes que inhiban el proceso de metabolismo de los microorganismos fermentadores

4.3.2 Estiércol de animal. Se caracterizan por producir gran cantidad de metano, lo cual la hace la materia prima fundamental a la hora de construir un biodigestor. Además, el estiércol cuenta con una gran cantidad de carga microbiana que son las encargadas de degradar la biomasa.

Tabla 1. Producción de biogás de diferentes materias orgánicas

Residuo	Generación de biogás (l kg.ms)
Excreta de porcino	340-550
Excreta de vacuno	150-350
Excreta ave	310-620
Excreta caballo	200-350
Excreta de oveja	100-310
Excreta de establo	175-320
Paja de cereales	180-320
Paja de maíz	30-480
Paja de arroz	170-280
Bagazo	140-190
Desperdicio de verduras	300-400
Algas	380-550
Residuos de matadero	340-710
Residuos verdes	350-460
Residuos alimenticios	320-800
Residuos orgánicos domésticos	400-580
Lodos de procesos de purificación	450-550

Fuente: adaptado autor

4.2 BIODIGESTORES

Los biodigestores son un sistema semihermético en el cual se depositan distintas materias orgánicas como residuos de cocina, hojas secas, estiércol animal o cualquier materia que se disponga como biomasa; diseñado con el fin de generar su degradación para la formación de compuestos más simples.

4.3 TIPOS DE BIODIGESTORES

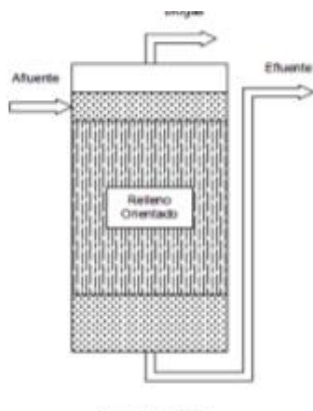
Los biodigestores se clasifican de acuerdo a su tecnología de producción de gas, el tiempo de retención, alimentación o carga, y el material de fabricación.

Según el tiempo de retención puede ser:

4.5.1 Continuos. A medida que se descarga el efluente se alimenta también con la materia orgánica, es un proceso ininterrumpido, son utilizados principalmente en la industria.

4.5.2 Semicontinuos. Se carga el biodigestor con una gran cantidad de materia prima. Después se agrega nueva biomasa, y se descarga el efluente regularmente de acuerdo al mismo volumen que se llenó.

Figura 1. Biodigestor tipo Batch



4.5.3 Biodigestores tipo Batch o discontinuos.

Se caracterizan por que se carga una vez, y se descarga cuando concluye el proceso de fermentación; tiene un solo orificio, el que se tapa y se destapa para cada carga. La duración de carga oscila entre 2 a 4 meses (según el clima).

Fuente: Pacheco (2016)

4.5.4 Biodigestor tubular. Generalmente se conoce como tipo salchicha, es uno de los biodigestores más utilizados debido a su fácil implementación y bajo costo de fabricación. La bolsa de polietileno le da una estructura resistente y flexible que se utiliza como cámara de digestión en la cual se lleva a cabo la fermentación de la materia orgánica y se acumula parte del biogás producido. Este biodigestor se ubica directamente sobre el suelo, en un hoyo que cumple la función de aislamiento térmico, para que el proceso de digestión se dé en las mejores condiciones disminuyendo el tiempo de retención. En las zonas rurales es una de las alternativas más viables y económicas para la generación de biogás debido a su fácil instalación, operación y mantenimiento. Lo cual lo convierte en uno de los tipos de biodigestores más utilizados por los campesinos.

4.6 PARTES DE UN BIODIGESTOR

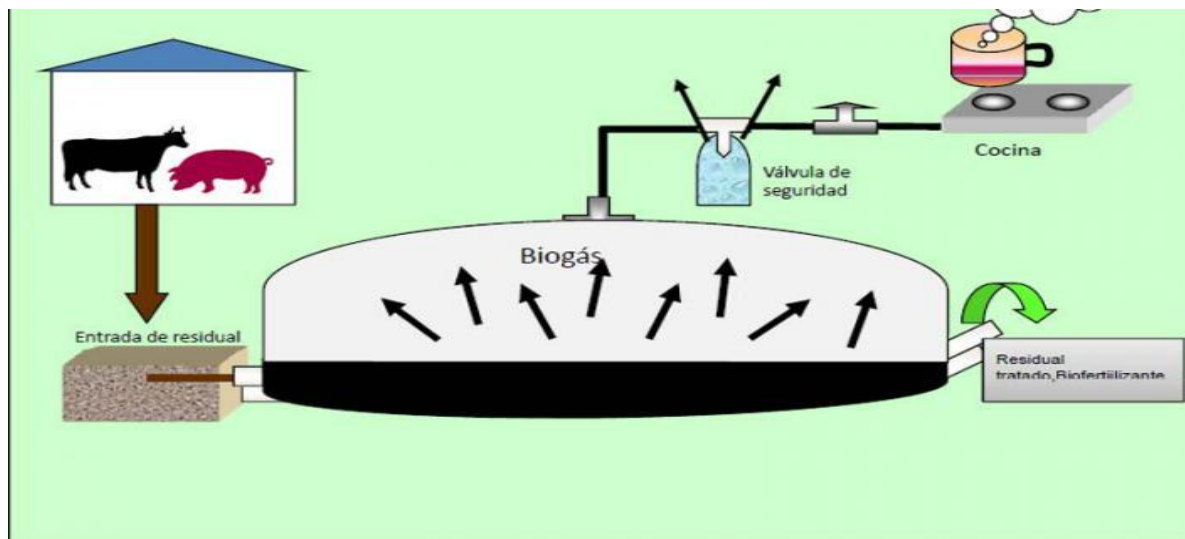
Los componentes principales de un digestor anaeróbico lo constituyen un reactor o contenedor de las materias primas a digerir; un contenedor de gas, con los accesorios para salida de biogás, entrada o carga de materias orgánicas primas y salida o descarga de materias orgánicas como se observa en la figura 2.

- **Entrada de residuos:** Por esta cavidad ingresa toda la materia orgánica que va ser tratada en el biodigestor.
- **Reactor.** Es el dispositivo principal donde ocurre el proceso bioquímico de degradación de la materia orgánica. Pueden variar dependiendo del tipo de tecnología usada, pueden tener forma rectangular, cilíndrica o cúbica, aunque generalmente son cilíndricos. Los reactores generalmente tienen una leve inclinación que les permite que el material inorgánico sedimentable y la fracción pesada del afluente puedan ser extraídos del tanque.
- **Salida del efluente.** Es la cavidad por la cual sale los residuos sobrantes del proceso de degradación de la materia orgánica (biol o bioabono), cuya cantidad

y calidad se ve influenciada por el tipo de reactor y parámetros de degradación de la materia orgánica.

- **Válvula de seguridad.** Es la encargada de regular la presión dentro del reactor, si la presión de gas en el tanque excede el límite, la válvula se abrirá y dejará escapar gas durante un par de minutos.
- **Cúpula de gas.** Generalmente se encuentra en parte superior del digestor, llamada cúpula o campana de gas, se utiliza para almacenar el biogás que se genera.

Figura 2. Proceso integral del biodigestor



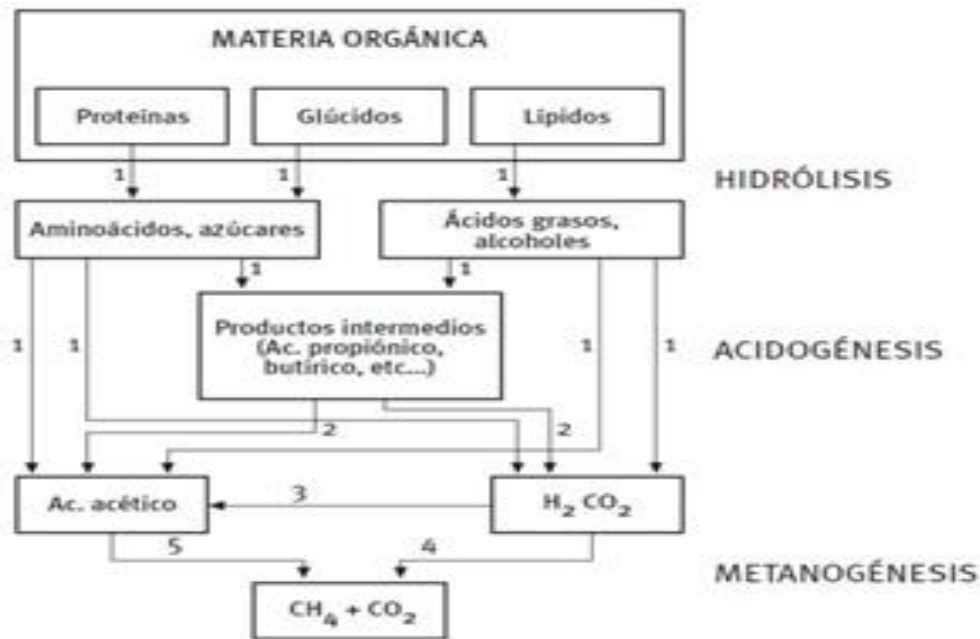
Fuente: https://issuu.com/ortilio_antero_aponza/docs/por_que_tener_un_biodigestor.docx

4.7 PROCESO ANAEROBIO

El proceso de digestión anaerobia consiste en la degradación de la biomasa sin presencia de aire, mediante microorganismos que la descomponen para convertir los compuestos complejos (proteínas, carbohidratos y grasas) en sustancias más simples como biogás (CH_4 , CO_2 , H_2 , H_2S , etc.), y en biol que es una mezcla de

productos minerales (N, P, K, Ca, etc.) y compuestos de difícil degradación disueltos en agua”¹⁰, como se observa en la figura 3.

Figura 3. Proceso de digestión anaerobia



Fuente. <http://agua-medioambiente.blogspot.com/2011/11/tratamiento-anaerobio-de-aguas.html>

El proceso anaerobio de degradación de la materia orgánica consta de 3 fases:

4.7.1 Hidrólisis. Es la fase en la cual las proteínas, lípidos y glucósidos presentes en la biomasa se hidrolizan por medio de enzimas producidas por microorganismos acidogénicos, a sustancias más simples como azúcares, ácidos grasos de cadena larga, alcoholes y aminoácidos.

4.7.2 Acidogénesis. En esta segunda etapa las bacterias acidogénicas metabolizan los compuestos simples como alcoholes, aminoácidos, ácidos grasos y alcoholes, y los transforman en ácido acético, hidrógeno y dióxido de carbono.

4.7.3 Metanogenesis: En la última fase, los microorganismos metanogénicos metabolizan el ácido acético para producir metano.

¹⁰ Besel, S.A. (Departamento de Energía). Biomasa: digestores anaerobios. 2007. IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía). Madrid, España, p.48

4.8 PRODUCTOS FINALES DE LA DIGESTIÓN ANAEROBIA

Los principales productos que se obtienen en la degradación de las materias orgánicas es el biogás y el biol.

4.8.1 Biogás. Es un gas producto de la reacción anaerobia de degradación de la materia orgánica mediante microorganismos metanogénicos que metabolizan los compuestos hasta convertirlos en sustancias más simples, que se obtiene naturalmente o por dispositivos específicos como los biodigestores. “Está formado principalmente por metano (55-65%) y dióxido de carbono (35-45%); y, en menor proporción, por nitrógeno (0-3%), hidrógeno (0-1%), oxígeno (0-1%) y sulfuro de hidrógeno (trazas)”¹¹. Las características y proporciones del gas van ligadas a la digestión dentro del reactor, cada gas o componente del biogás tiene características y comportamiento diferentes como se muestra en la Tabla N° 2

Tabla 2. Características generales del biogás

CARACTERISTICAS	CH ₄	CO ₂	H ₂ -H ₂ S	OTROS	BIOGAS 60/40
Proporciones % Volumen	55-70	27-44	1	3	100
Valor Calórico MJ/m ³	35,8	-	10,8	22	21,5
Valor Calórico kCal/m ³	8600	-	2581	5258	5140
Ignición % en aire	5-15	-	-	-	6-12
Temp. ignición en °C	650-750	-	-	-	650-750
Presión crítica en Mpa	4,7	7,5	1,2	8,9	7,5-8,9
g/l	0,7	1,9	0,08	-	1,2
Densidad relativa	0,55	2,5	0,07	1,2	0,83
Inflamabilidad Vol. en % aire	5-15	-	-	-	6-12

Fuente: <http://www.diariomardeajo.com.ar/nota.php?id=2228>

Las proporciones de los compuestos depende de la eficiencia del proceso de digestión del reactor, de la temperatura y la biomasa de alimentación.

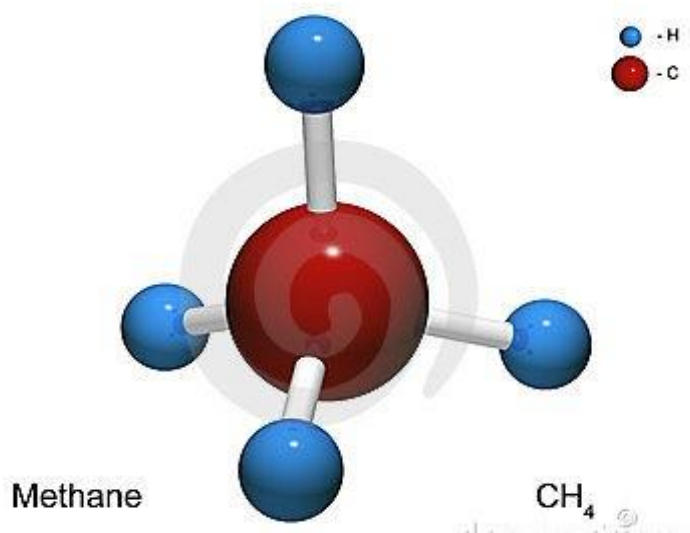
El biogás producto de la fermentación es aplicable para el calentamiento en cocinas y lámparas, igualmente para la producción de energía mediante un proceso de

¹¹ SALVADOR, Arturo. Aprovechamiento de la biomasa como fuente de energía alternativa a los combustibles fósiles. Rev R, Acad Cienc Exact Fís Nat. (Esp). 2010.

cogeneración. El biogás está compuesto generalmente por metano, dióxido de carbono y sulfuro de hidrógeno el cual lo hace un gas altamente combustible.

4.8.2 Metano. Es el principal compuesto del biogás, está formado por átomos de hidrógeno los cuales se encuentran unidos al carbono por medio de un enlace covalente. Es un gas incoloro e insoluble en agua, su fórmula química es CH₄.

Figura 4. Molécula de metano



Fuente: <http://www.fullquimica.com/2012/09/el-metano.html>

Durante la fermentación anaeróbica en el proceso de Metanogenesis se produce el metano, el acetato actúa como dador y aceptor de electrones. La principal vía de producción de metano es la correspondiente a la transformación del ácido acético, con alrededor del 70% del metano producido. Este es un proceso lento y constituye la etapa limitante del proceso de degradación anaeróbica¹²



El metano es un gas que contribuye un 20% al efecto invernadero antropogénico causante del calentamiento global. Entre las fuentes de metano de origen humano,

¹². Digestión anaerobia. (anónimo).

más del 50% corresponde a la ganadería y hasta el 30% provienen a partir del cultivo de arroz¹³. El biodigestor es una de las alternativas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mediante la captura del biogás para el uso como combustible doméstico o industrial.

4.8.3 Bioabono o Biol. Uno de los productos obtenidos mediante la biodigestión anaerobia es el biol o lodo residual orgánico, utilizado principalmente como biofertilizante de suelos. Se distingue por su aporte rico de elementos minerales, especialmente nitrógeno. De acuerdo a la carga usada y el proceso seguido, el bioabono puede presentarse de dos formas: líquida o sólida.

4.9 REDES RELACIONADAS CON BIODIGESTORES

Existen varias organizaciones no gubernamentales (ONG's) y grupos de personas que a lo largo del tiempo han buscado incentivar la implementación de nuevas tecnologías como los biodigestores para el aprovechamiento de residuos orgánicos para obtención de energía. Desde entonces se han venido desarrollando proyectos de implementación de biodigestores en diferentes partes del mundo como una alternativa viable para la reducción de la contaminación por el efecto invernadero y generador de energía. A pesar de toda la experiencia acumulada por varias décadas, los biodigestores aún tienen varios retos pendientes y barreras por superar, como asistencia técnica, control de calidad, investigación y desarrollo. Por eso se sigue trabajando arduamente por medio de diferentes redes para el crecimiento de este movimiento.

4.9.1 RedBioLAC. La Red de Biodigestores para Latinoamérica y el Caribe (RedBioLAC) es una herramienta de intercambio de conocimiento entre diferentes actores vinculados al sector de los biodigestores. Desde el 2009 en Perú, la red ha logrado realizar los encuentros de la Red cada año (2010, Costa Rica; 2011, México;

¹³ VARNERO. María. Remoción de Barreras para la Electrificación Rural con Energías Renovables". Manual de biogás. MINENERGIA / PNUD / FAO / GEF. Santiago de Chile. 2011

2012, Nicaragua; 2013, Honduras; 2014, Colombia; 2015, Chile; 2016, Costa Rica; 2017, Argentina; 2018, Brasil y 2019, Cuba)¹⁴. En estos eventos internacionales se comparten los diferentes avances y experiencias en todo lo relativo al sector de los biodigestores, se consideran aspectos técnicos, sociales y económicos, los cuales han permitido conocer y mejorar los diferentes aspectos encontrados en los diversos proyectos realizados por campesinos u organizaciones.

4.9.2 RedBioCOL. La Red Colombiana de Energía de la Biomasa nació en el 2012. Tras realizarse el cuarto encuentro de la RedBioLAC en Nicaragua, se manifestó que en Colombia se tenía la iniciativa de generar un grupo que trabajara en el tema de los biodigestores como una alternativa energética, experimentando con diferentes materiales, a diferentes escalas, con diferentes tecnologías. La Fundación UTA lideró con el apoyo de la RedBioLAC la realización del primer encuentro en la ciudad de Santander, en la Finca Ecológica TOSOLY donde llegaron aproximadamente 24 personas con iniciativas y propuestas, desde ese día se formó la RedBioCol con el fin de aprovechar la energía proporcionada mediante la transformación de la biomasa¹⁵.

A esta iniciativa a través de los años se han unido diferentes asociaciones, grupos, fincas y personas con el fin de desarrollar diferentes proyectos para socializar sistemas integrales de producción, el uso de recursos locales, así como el reciclaje de desechos vegetales y animales para la producción de energías limpias. Generando una conciencia con el medio ambiente y un desarrollo de nuevas alternativas energéticas.

¹⁴ HERRERO, Jaime. *Et al. Oportunidades para el desarrollo de un sector sostenible de biodigestores a pequeña y mediana escala en LAC.* CHILE. 2016

¹⁵ HENAO, Fabián. Red Colombiana de energía de la biomasa. Rev. RedBioCOL. 2016

5. ESTADO DEL ARTE

En el departamento del Meta y la región del Ariari no se encuentra registro de estudios realizados sobre biodigestores ni datos de la cantidad instalada, ni sus condiciones actuales.

Se encontraron algunos estudios donde han realizado diagnósticos en diferentes países donde se contempló el impacto y la importancia de estos biodigestores, las diferentes tecnologías empleadas y las virtudes y falencias de cada uno.

SAGARPA (2009)¹⁶ realizó un estudio que permitió conocer la situación en la que se encuentran los biodigestores anaeróbicos instalados en México, se determinó la existencia de 345 biodigestores, 268 fueron implementados a partir del esquema Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL), los 77 biodigestores restantes fueron implementados a partir de apoyos gubernamentales: 73 con apoyos del Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) y 4 bajo la iniciativa Metano a Mercados en México (M2M). Del total de los biodigestores constatados, el 82% están contruidos y en operación. A estos biodigestores se analizaron tecnologías, materiales y funcionamiento, y se hizo un análisis de los datos recolectados y se identificó el principal déficit de implementación. El caso de los proyectos con producción inferior a lo estimado que presentaron algún tipo de problema, representa el 60%, seguido de los proyectos con generación de biogás superior a la esperada, que representó el 23%. Del total de problemas identificados, la ausencia del sistema de agitación, representa el 46%. el bajo o nulo mantenimiento el 33% y las fallas en equipos primarios y secundarios el 21%.

¹⁶ SAGARPA. Secretaría de Agricultura ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. México. Diagnóstico General de la Situación Actual de los Sistemas de Biodigestión en México [en línea] <http://ecotec.unam.mx/Ecotec/wp-content/uploads/Diagnostico-Nacional-de-los-Sistemas-de-Biodigestion.pdf>. México. 2009

Salazar (2016)¹⁷, realizó el diagnóstico de plantas de digestión anaerobia existentes en lecherías de las regiones de los ríos y los lagos de Chile. Se monitorearon los parámetros físico químicos y se realizó la caracterización de materia orgánica por biodigestor, se pudo determinar que existen 14 biodigestores en predios lecheros de la región. De este total, 6 biodigestores se encuentran operativos y funcionando, 7 sin funcionar y uno corresponde a un biodigestor escala piloto (experimental). Pudiendo concretar la visita y encuesta en 12 de ellos. Se observó que solo el 0,15% de los predios lecheros cuentan con una tecnología de biodigestor siendo un porcentaje bajo, además hay un gran porcentaje de proyectos que están abandonados o sin operar (Ej. sin terminar su construcción), una de las razones de no funcionamiento es el diseño de algunos biodigestores de acuerdo a la zona y al clima.

Moreta (2013)¹⁸, diseñó un biodigestor de estiércol porcino para una granja agrícola ubicada en el barrio La Morita, parroquia de Tumbaco, Ecuador. En el cual estudió el estiércol porcino y su comportamiento en un biodigestor, su composición de sólidos totales y cómo esto influye obtención de nutrientes. Se realizaron análisis del estiércol fresco, el suelo y el biol generado después de la biodigestión en el equipo, en lo que se obtuvo que el biol es rico en nutrientes, siendo un excelente bioabono para un suelo de escasos nutrientes, disminuyendo la compra de fertilizantes químicos.

Salamanca (2009)¹⁹, estudió el funcionamiento de un biodigestor, donde se midieron y controlaron parámetros en cada uno de los periodos de puesta en marcha, de estabilización y de operación. Entre los parámetros controlados

¹⁷ SALAZAR, Francisco. Diagnósticos de plantas de digestión anaerobia existentes en lecherías de las regiones de los ríos y los lagos. Institutos de investigaciones agropecuaria. 2016

¹⁸ MORETA, María. Diseño de un biodigestor de estiércol porcino para una granja agrícola ubicada en el barrio la morita, parroquia de Tumbaco para el año 2012-2013. Como requisito para la obtención del título de: Ingeniero ambiental. Universidad internacional de facultad de ciencias ambientales. Tumaco. (2013)

¹⁹ SALAMANCA, Jairo. Diseño, Construcción y Puesta en Marcha de un Biodigestor a Escala Piloto para la Generación de Biogás y Fertilizante Orgánico. Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Ingeniero Químico Universidad san francisco de quito. 2009

estudiados estuvieron: pH, temperatura, recirculación, tiempo de residencia, DQO de alimentación, DQO de la mezcla reactiva y biogás generado. Concluyó que la temperatura, el pH y la recirculación son parámetros muy importantes para el óptimo funcionamiento del biodigestor, ya que estos están relacionados directamente con la producción de biogás. Estos resultados sirven como base para el desarrollo en el cual se estipulan rangos iniciales para la puesta en marcha del biodigestor.

Castro *et al* (2017)²⁰, estudiaron la digestión del estiércol bovino en un biodigestor anaerobio de bajo costo instalado en una planta de sacrificio animal, se le realizó la caracterización fisicoquímica en términos de DQO, sólidos volátiles, alcalinidad y pH. Donde el DQO y los SV representan la materia orgánica degradable y alcalinidad y pH del estiércol, una variable que influye en la producción de biogás. Los resultados de este estudio muestran que al trabajar en condiciones de temperatura mesofílica, se puede aumentar la Velocidad de carga orgánica (vco) incidiendo positivamente en la eficiencia del biodigestor. Alcanzando una degradación de materia orgánica de 55% en términos de DQO y 60% en términos de SV, mostrando la viabilidad de implementar un sistema de biodigestión en la planta de beneficiado que solucione el problema ambiental por la propagación de microorganismos patógenos, malos olores y generación de GEI.

Benavidez *et al* (2017)²¹, estudiaron la producción de biogás mediante la aplicación de varias concentraciones de estiércol, melaza e inóculo bacteriano, donde se tuvo una variación de volumen en cada uno de los tratamientos, además se determinó la calidad calorífica del biogás. este ensayo demostró que la cantidad de materia orgánica en sus diferentes concentraciones inciden en la producción de biogás.

²⁰ CASTRO, Liliana. *Et al.* Monitoreo a escala real de un biodigestor anaerobio de bajo costo instalado en una planta de sacrificio animal. En RedBioLAC. 2017. Vol. 1, p. 37- 44

²¹ BENAVIDEZ, Edwin. *Et al.* Producción de biogás a partir de cogestión de estiércol bovino, melaza e inóculo bacteriana. En RedBioLAC. 2017. Vol. 1, p. 52-57

Ramírez, Gloria (2016)²², evaluó el potencial energético del contenido ruminal mediante la caracterización física, química y microbiológica (densidad, cenizas, material volátil, DQO y tinción de Gram) para estimar el comportamiento dentro de un biodigestor tipo laboratorio. Realizó tres pruebas con 4 biodigestores de 1000 ml en vidrio con una carga de 50/50 y 70/30 estiércol bovino/ agua por un periodo de cinco semanas a una temperatura entre 34 y 37 °C. Se midieron las variables de producción para comparar con la producción de biogás. Para cuantificar la cantidad de biogás generado se aplicó el principio de desplazamiento de agua en un gasómetro; midiendo y tabulando los datos obtenidos. Los resultados que se obtuvieron fue que la prueba 3 con relación 50/50 de estiércol/agua y un rango de temperatura de 35 a 38 °C tuvo una mayor eficiencia de biogás con una cantidad de 2486 ml de biogás producido, seguida por la prueba 2 con relación de materia orgánica de 50/50 y rango de temperatura entre 30 °C y 33 °C se generó un promedio acumulado de 1928 ml de biogás. Por otra parte, las pruebas 4 y 1 con una relación de materia del 70/30 obtuvieron la cantidad más baja de biogás con un promedio acumulado de 1587 ml para el rango de temperatura de 30°C y 33°C y 1774 ml de biogás para el rango de temperatura entre 35 °C y 38 °C. Llegando a la conclusión que la cantidad de materia orgánica y la temperatura empleada en un biodigestor afectan directamente la cantidad de biogás a producir.

²² RAMÍREZ, Gloria. Valoración de la producción de biogás mediante un proceso de digestión anaerobia con contenido ruminal de origen bovino bajo condiciones de carga, tiempo y temperaturas diferentes. Maestría de desarrollo sostenible y medio ambiente. Universidad de Manizales. (2016)

6. METODOLOGIA

En este proyecto se realizó una caracterización de los biodigestores que han sido instalados en la región del Ariari, Puerto Gaitán, Villavicencio y alrededores, se conocieron diferentes aspectos que influyen en la operación del biodigestor y como este beneficia a las familias o empresas que lo poseen. Esta investigación es de carácter descriptivo y exploratorio, debido a que utiliza los datos observados para realizar un resumen de la información que contienen.

6.1 REVISIÓN DOCUMENTAL

Tiene como propósito mostrar un panorama de la actividad agrícola socioeconómica actual del departamento en la región del Ariari y municipios de Villavicencio, Restrepo, Puerto López y Puerto Gaitán, con el fin de realizar una prospectiva sobre el potencial de instalación de biodigestores.

6.2 REUNIONES ASOCIACIONES CAMPESINAS, GREMIOS Y EMPRESAS

Se asistió a encuentros de asociaciones campesinas y organizaciones no gubernamentales con el fin de solicitar su apoyo para identificar y conocer los diferentes proyectos de biodigestores existentes y que se encuentran o no en operación.

6.3 ELABORACIÓN DE ENCUESTA

Para conocer la situación de los biodigestores, se elaboró un cuestionario con preguntas enfocadas para las fincas y empresas en la cual haya presencia actual o hayan tenido un biodigestor. La encuesta se enfocó en la recopilación de información relativa que arroje datos que permitan visualizar la situación actual de los sistemas de digestión anaeróbica en la zona de estudio.

Se tuvo en cuenta para realizar el censo:

- Ubicación, área de finca, datos socioeconómicos, etc.
- Tipo de tecnología empleada y material de fabricación

- Alimentación (qué residuos orgánicos son utilizados dentro de biodigestor)
- Forma de alimentación (frecuencia y cantidad)
- Tipo de subproducto obtenido (biogás, biol)
- Usos de subproductos
- Horas diarias de consumo de biogás
- Beneficios del biodigestor
- Dificultades en el uso del biodigestor

Los resultados se llevaron a una base de datos con el fin de analizarlos.

6.4 APLICACIÓN DE LA ENCUESTA Y VISITAS A LAS DIFERENTES ZONAS ESTUDIADAS

Con base en información recolectada con la RedBiocol, integrantes de la minga (trabajadores en colaboración) u otros entes con el fin de localizar la población de interés, se realizó el censo por medio de trabajo de campo, el empleo de Google Forms (Formularios de Google), conversaciones telefónicas y/o via WhatsApp, donde se obtuvo una base de datos con todos los ítems plasmados en la encuesta (ver anexo A), además se realizaron visitas a algunas empresas donde se hizo una observación general, registro fotográfico, y la aplicación de la encuesta (ver anexo B) donde se conocieron las diferentes tecnologías de biodigestores aplicadas y el impacto que ha traído la implementación de ésta a la organización.

6.5 ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

La información recolectada se agrupó en una base de datos con el fin de hacer un análisis de los resultados del censo. Se utilizaron técnicas gráficas para representación de datos con el fin de resumir en forma de valores toda la información contenida en los datos. Este trabajo al ser de tipo exploratorio no contó con análisis estadístico.

7. RESULTADOS Y ANALISIS DE RESULTADOS

7.1 BIODIGESTORES REGISTRADOS

Actualmente no se tiene información documentada de la cantidad de biodigestores instalados en departamento del Meta y en sus municipios. No se tiene contemplado de una manera global donde, cuando y quienes han instalado biodigestores, sigue siendo un tema incipiente. Por tal razón la búsqueda de información que llevó a la ubicación de los biodigestores instalados empezó desde cero, y se recurrió a la RedBioCol, a las asociaciones de campesinos, las mingas, personas conocedoras de la información y algunos artículos informativos donde se nombran algunos proyectos ejecutados, esto con el fin de generar un voz a voz que permitiera ubicar donde se encuentran instalados estos biodigestores.

7.2 BIODIGESTORES IDENTIFICADOS

Durante la investigación exploratoria se recolectó información de los biodigestores establecidos en las zonas de estudio mediante diferentes fuentes ya antes mencionadas. Se aplicó un cuestionario (Anexo A y B) donde se tuvieron en cuenta aspectos socioeconómicos de los encuestados, características técnicas del biodigestor, manejos agrícola y animal, usos del biogás y del biol, ventajas y dificultades de la aplicación de esta tecnología. Esta revisión de la información logró encontrar la existencia de 47 biodigestores, las fuentes de recolección de datos y el trabajo de campo permitieron la caracterización total de 32 biodigestores en los diferentes predios que cuentan con esta tecnología, de los cuales 28 biodigestores pertenecen a fincas y otros 4 a empresas. Los predios en los cuales no se pudo acceder a información se encuentran en el Anexo C.

7.3 CARACTERIZACIÓN DE LAS ZONAS DE ESTUDIO PARA PRODUCTORES

7.3.1. Levantamiento de información predial. Se realizó un censo dirigido a las fincas productoras donde se instalaron biodigestores, se censaron 28 biodigestores distribuidos en las diferentes zonas de estudio, como se observa en la tabla 4.

Tabla 3. identificación y estados de los biodigestores en fincas productoras

MUNICIPIO	NOMBRE DEL PREDIO	MODO DE CONSULTA	ESTADO DEL BIODIGESTOR
VILLAVICENCIO	San Cristóbal	Entrevista Telefónica	Operativo
	Moniyamena	Visita	Operativo
	El Vergel	Entrevista Telefónica	Operativo
RESTREPO	Miralindo	Entrevista Telefónica	Operativo
	El Bambú	Entrevista Telefónica	Operativo
	Reserva Natural Rancho Camana	Visita	Operativo
	Centro Permacultural Cosmogénesis	Visita	Operativo
PUERTO GAITAN	La Peluza	Visita	Operativo
	Granja Cumar	Visita	Operativo
	Uricagua	Visita	No Operativo
	Villa Aljure	Visita	Operativo
	La Zafiro	Visita	Operativo
PUERTO LOPEZ	La Macorita parcela 99 (Las Leonas)	Entrevista Telefónica	Operativo
	Juanchito (Las Leonas)	Entrevista Telefónica	Operativo

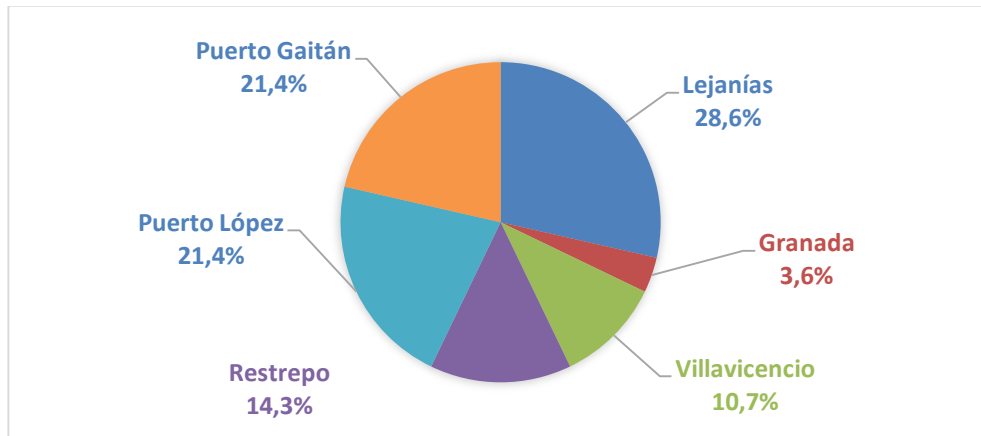
	Villa Rosita (Las Leonas)	Entrevista Telefónica	Operativo
	Parcela N° 34 (Las Leonas)	Entrevista Telefónica	No Operativo
	Granja costa azul (Caballeros)	Entrevista Telefónica	No Operativo
	Sierra Macha (Caballeros)	Entrevista Telefónica	No Operativo
	Caballeros	Entrevista Telefónica	Operativo
LEJANIAS	Costa Rica/ Casa de piedra	Visita	Operativo
	El reposo	Entrevista Telefónica	No operativo
	Ana Farfán	Entrevista Telefónica	Operativo
	La cumbre	Entrevista Telefónica	No Operativo
	La Floresta	Visita	Operativo
	El Porvenir	Entrevista Telefónica	No operativo
	Cachicama	Entrevista Telefónica	Operativo
	Miravalles del Gûejar	Entrevista Telefónica	Operativo
Granada	El tablón del Tata	Visita	No operativo

Fuente: Elaboración propia

7.4 ANÁLISIS DE PREGUNTAS DE ENCUESTA

Las respuestas de la encuesta realizada a las 28 fincas (ver anexo D), fueron analizados para obtener los siguientes resultados:

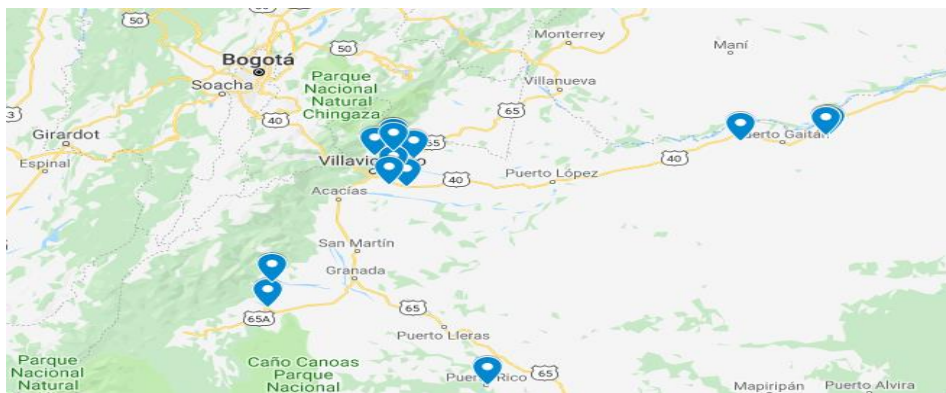
Figura 5. Presencia de los biodigestores en los Municipios estudiados



Fuente: Elaboración propia

Como se refleja en la figura 5, los municipios donde hay más biodigestores instalados son: Lejanías con el 28,3%, seguido de Puerto Gaitán y Puerto López con 21,4% cada uno y por últimos Restrepo y Villavicencio.

Figura 6. Ubicación de predios visitados



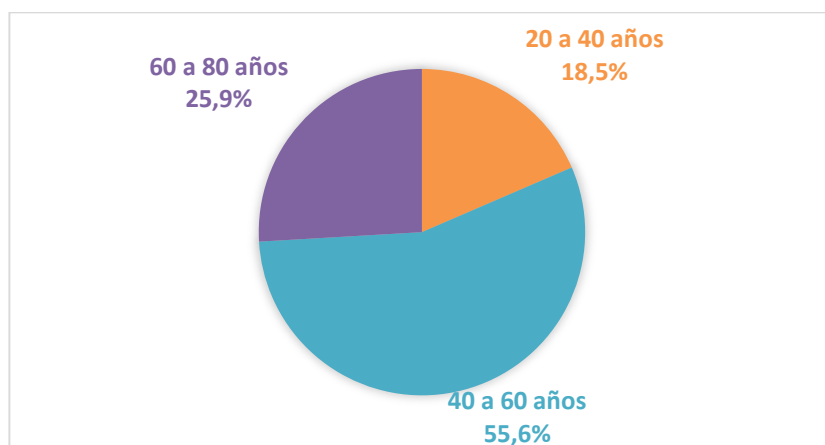
Fuente: Elaboración propia

La ubicación geográfica de cada biodigestor se registró con coordenadas, para acceder vía hipervínculo en Google Maps (Figura 6).

7.4.1. Información demográfica y socioeconómica. Para ampliar el conocimiento sobre la población estudiada, se recolectaron datos que permitieran visualizar la situación económica y social, las cuales influyen directamente en la calidad de vida y desarrollo de familias y productores. El desarrollo de la encuesta se realizó mediante preguntas que relacionaban información personal, familiar, medios de ingreso económico, y actividad productiva de la finca o predio. De las personas encuestadas el 32,1% son mujeres y el 67,9% son hombres.

Se obtuvieron los siguientes resultados.

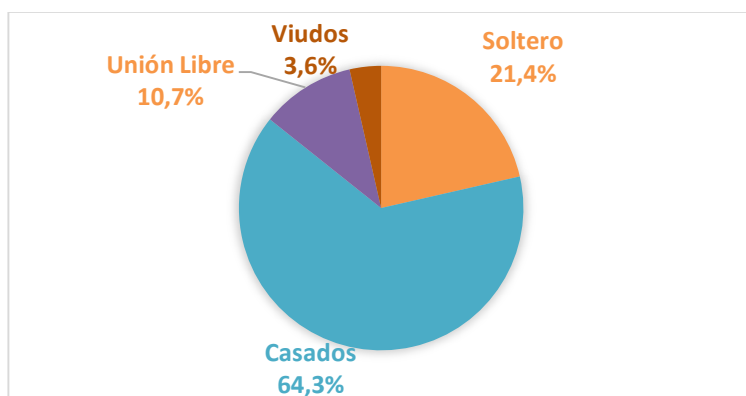
Figura 7. Edad de los encuestados



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 7, el 55,6% de las personas encuestadas tienen una edad entre 40 y 60 años, seguidos de los que se encuentran entre los 60 a 80 años con un 25,9%, lo que nos permite visualizar que las personas adultas son las que generalmente tienden a instalar biodigestores.

Figura 8. Estado Civil de personas encuestadas



Fuente: Elaboración propia

Las personas encuestadas en su mayoría son casadas (64,3%), seguidas por las personas solteras (21,4%), parejas en unión libre y viudos.

Figura 9. Números de hijos en el hogar

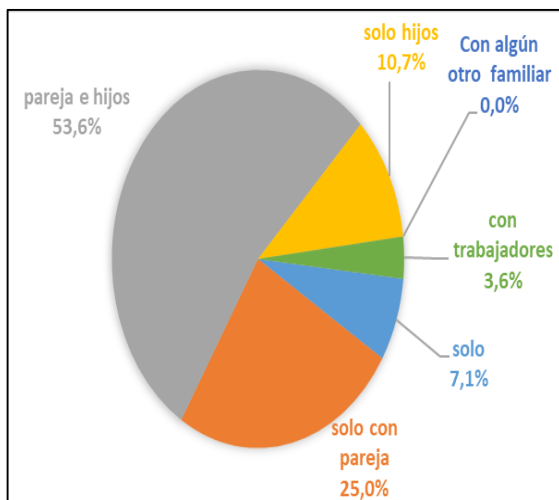
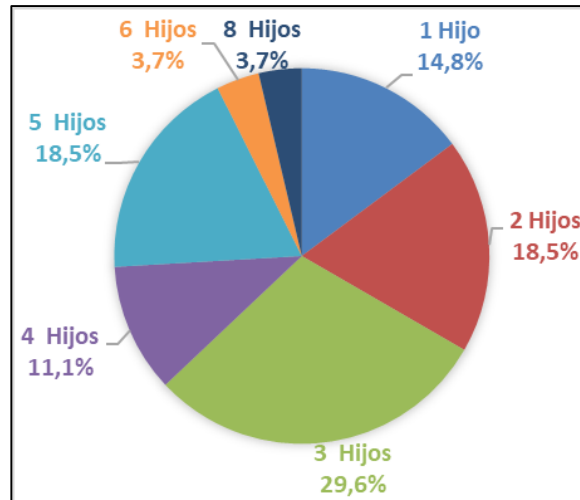


Figura 10. Con quien vive el encuestado

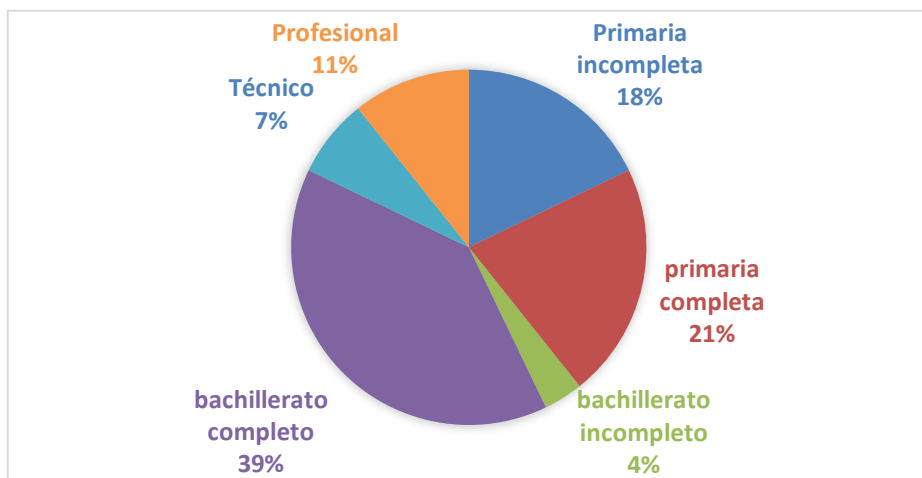


Fuente: Elaboración propia

De las personas encuestadas el 93,3% tienen hijos y el 6,7% no. De acuerdo a la figura 9 la mayoría de encuestados tienen 3 hijos (29,6%) y en un porcentaje más bajo 2, 4 y 5 hijos. La figura 10 nos muestra que el 53,6% viven con pareja e hijos,

el 21% sólo con su pareja y el resto solo o con hijos. Esto nos indica que hay más tendencia a que una persona con familia tenga un biodigestor que una persona que viva sola

Figura 11. Nivel de estudio de los encuestados

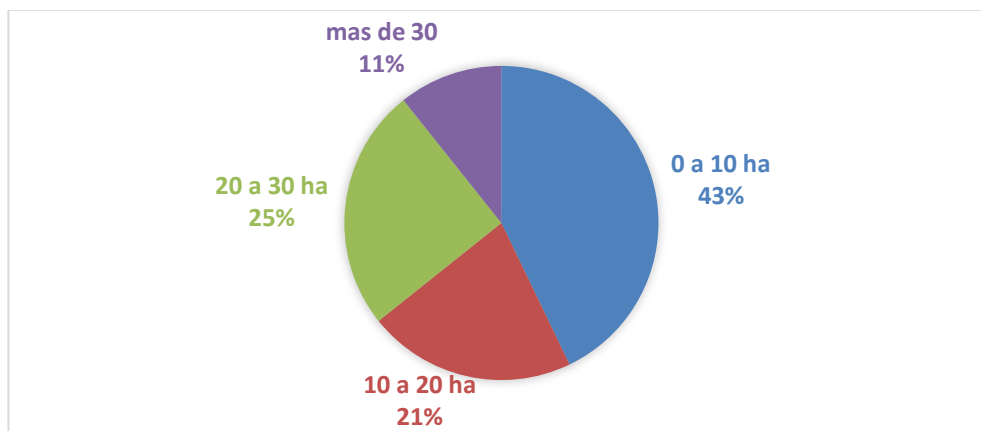


Fuente: Elaboración propia

Según la figura 11, el 60% de los encuestados no terminó la formación básica bachillerato, el 39% terminó el bachillerato, y solo el 18% realizó estudios técnicos y profesionales.

7.4.2 Identificación del predio y productividad. Esto se evaluó respecto al tamaño del predio, la actividad económica y productiva que se realizan en las mismas.

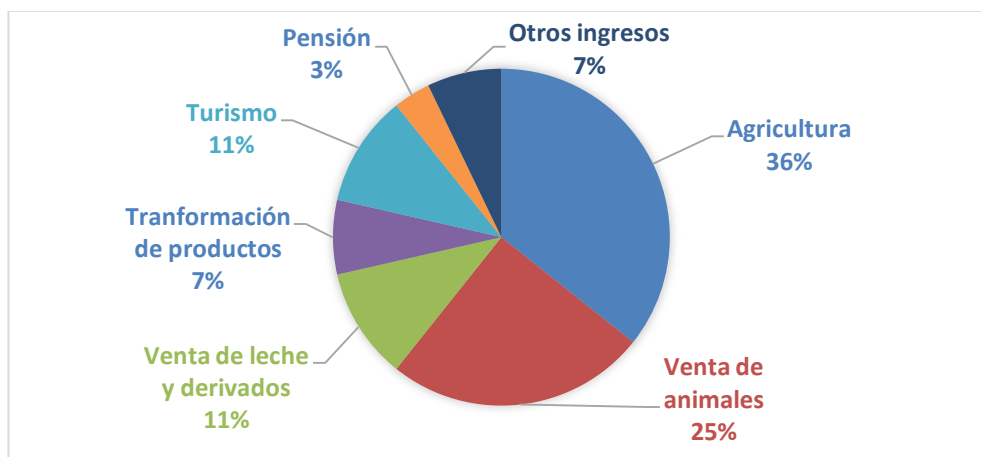
Figura 12. Cantidad de hectáreas por predio donde se instaló un biodigestor



Fuente: Elaboración propia

Según la figura 12, la mayoría de productores tiene un área de predio que oscila entre 0 y 10 hectáreas con un 43%, seguido del 25% para un intervalo de entre 20 a 30 ha.

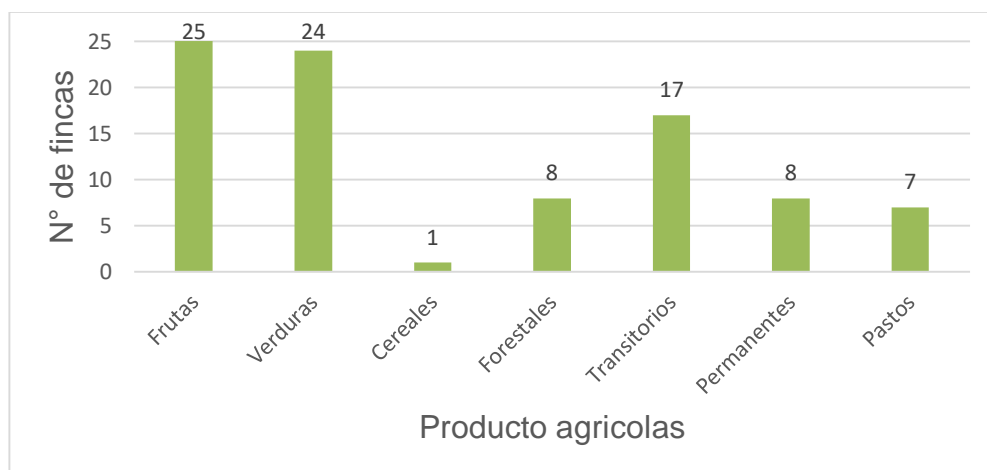
Figura 13. Principal ingreso de los productores con biodigestor



Fuente: Elaboración propia

El principal ingreso del 61% de los encuestados proviene de la producción de su finca (agricultura y venta de animales), restante proviene de otras actividades como el turismo, venta de productos transformados, entre otros.

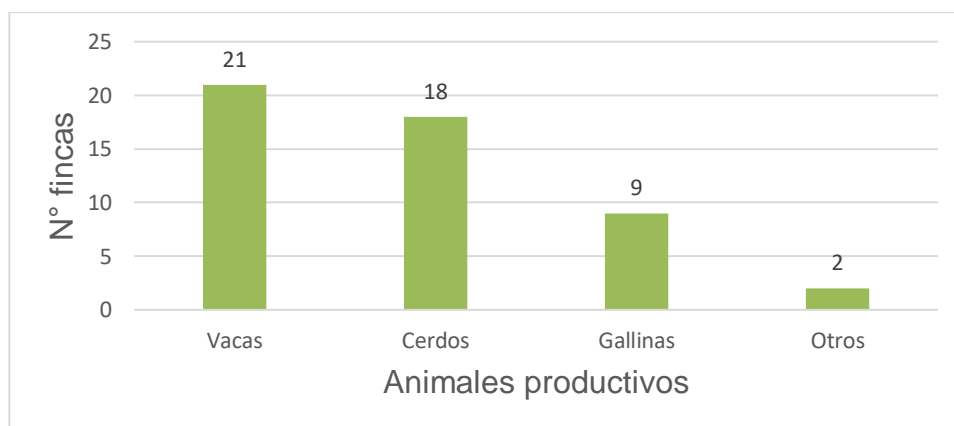
Figura 14. Productos agrícolas en fincas



Fuente: Elaboración propia

Los principales productos agrícolas sembrados en las fincas son frutas y verduras como se muestra en la figura 14, los más frecuentes son cítricos, café, cacao, plátano, guayaba entre otros, en menor porcentaje forestales y permanentes como la madera.

Figura 15. Tipo de animales productivos en fincas



Fuente: Elaboración propia

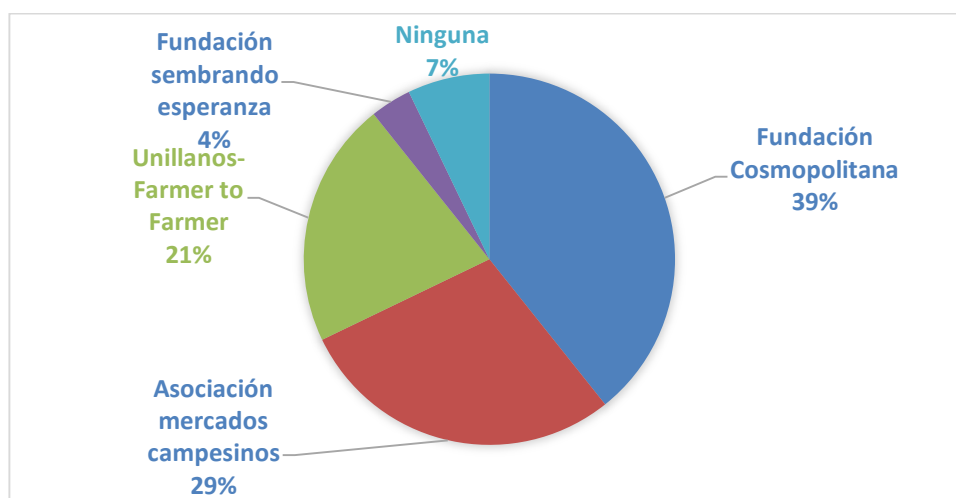
Como se observa en la figura 15, el 73% de los encuestados tiene ganado en sus fincas, el 66,7% cerdos y el 60% gallinas, en un porcentaje menor tienen otros

animales como peces, conejos y ovejas. Lo cual refleja que la mayoría de fincas cuenta con desechos orgánicos para aprovechar en un biodigestor.

7.4.3 Gestión del biodigestor

En este ítem se conocieron los requerimientos del productor para poder acceder a la construcción del biodigestor, como asesoría, financiación y las diferentes personas que influyeron directa o indirectamente en la adquisición y construcción del biodigestor.

Figura 16. Asesoría de instalación del biodigestor

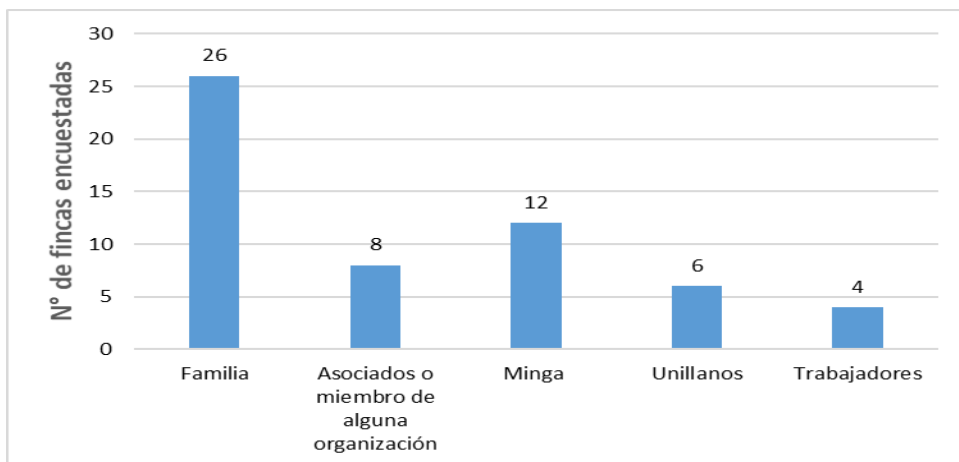


Fuente: Elaboración propia

El productor contó inicialmente con una fuente de conocimiento para la instalación del biodigestor, según la figura 16, el 93% de los encuestados manifestó haber recibido algún tipo de asesoría o información para la construcción y ejecución del biodigestor. Estas asesorías fueron generalmente impulsadas a partir de proyectos como Farmer to Farmer en compañía de la Universidad de los Llanos, la Fundación Cosmopolitana, las mingas (productores de diferentes zonas de Meta principalmente Puerto Gaitán, Puerto López, Villavicencio, Restrepo y Lejanías) y la Asociación de Productores de Puente Abadía (APPA), las cuales se encuentran vinculadas a los proyectos y que a partir de experiencias anteriores incentivan y

promueven la instalación de estas tecnologías. En casos menores a la adquisición de conocimiento se da por autoestudio por medio de investigación exploratoria con ayudas digitales o libros.

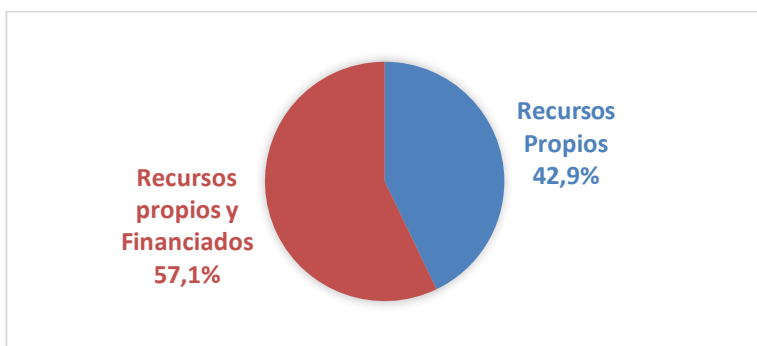
Figura 17. Participación en la instalación de biodigestor en fincas



Fuente: Elaboración propia

Según la figura 17, en el momento de la instalación de biodigestores la participación de algún miembro de la familia ha sido en un 100%, también la colaboración por modalidad de minga que aporta sus conocimientos y trabajo para la implementación de estas tecnologías. Otras organizaciones como la Universidad de los Llanos que por medio de proyectos ha impulsado la instalación de estos sistemas.

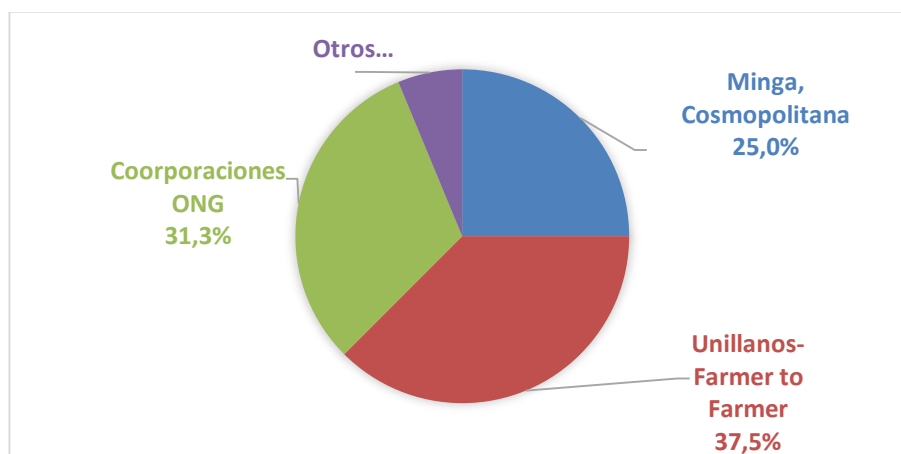
Figura 18. Fuentes de financiamiento para instalación del biodigestor



Fuente: Elaboración propia

En todos los proyectos de implementación del biodigestor el productor ha participado mayor o mínimamente en la obtención de recursos para la obtención del biodigestor. El 42,9% dispusieron de la totalidad de los recursos para instalación del biodigestor, Pero el 51,7% obtuvieron algún tipo de financiación, como se muestra en la figura 18.

Figura 19. Organizaciones que Financiaron instalación de biodigestores



Fuente: Elaboración propia

Las organizaciones por medio de proyectos han financiado la construcción de biodigestores en algunas zonas del departamento del Meta. La Unillanos atreves del proyecto de Farmer to Farmer apoyo el 37,5% de fincas encuestadas, el 31,3% fue por aportes de organizaciones no Gubernamentales y el 25% por medio de la fundación Cosmopolitana y aportes de la comunidad (Minga) como se muestra en la figura 19

7.4.4 Características del biodigestor.

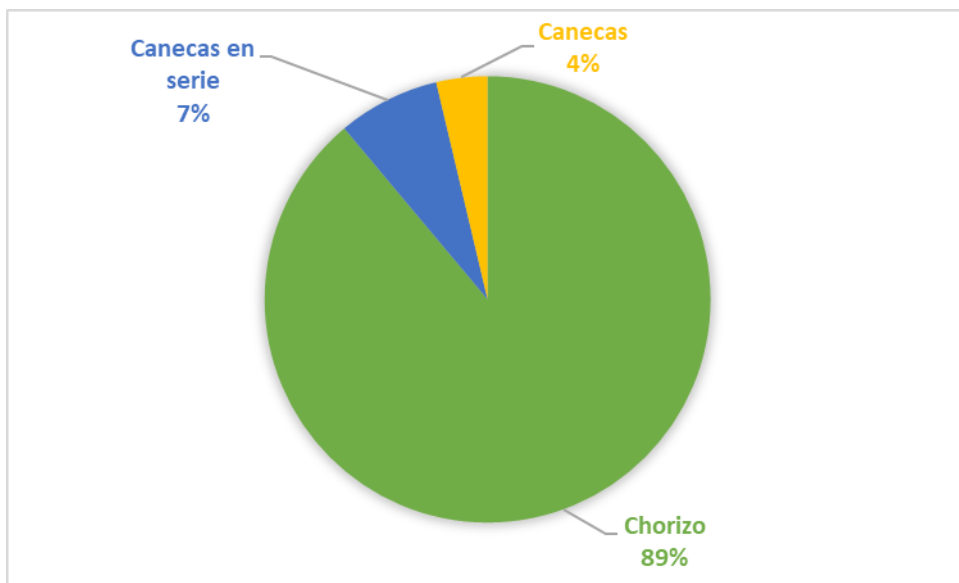
De los 28 predios registrados se encuentran en operación 19 biodigestores y 9 sin funcionar. Se consideran biodigestores operativos aquellos que actualmente estén en función tanto para el tratamiento de residuos, producción de biogás, producción de biol o todas la anteriores y biodigestores no operativos aquellos que hayan sido construidos y no puestos en marcha o aquellos que estuvieron en funcionamiento y

que por alguna razón dejaron cesar su actividad debido a una afectación o deterioro con el tiempo.

Dentro de la caracterización de los biodigestores se tuvieron en cuenta aspectos técnicos, alimentación, utilización de subproductos, manejo y cuidados, modos de financiación, aciertos y fallas de la implementación de esta tecnología.

7.4.5 Aspectos de instalación. Se estudiaron las diferentes características del biodigestor como: tipos de sistemas instalados, capacidad, forma de alimentación, aspectos de instalación, función del biodigestor y subproductos obtenidos, este seguimiento arrojó los siguientes resultados.

Figura 20. Tipo de sistema instalados en las fincas



Fuente: Elaboración propio

Como se puede apreciar en la figura 20, el levantamiento de información y visitas a las diferentes fincas se encontró que el sistema que más se utiliza en las unidades productivas analizadas, son los biodigestores de tipo salchicha o tubulares con el 87%, y en una proporción baja biodigestores el 7% tipos serie y en 4% canecas.

Figura 21. Biodigestor tipo chorizo o tubular finca la Peluza



Fuente: Elaboración propia

El biodigestor tipo salchicha o tubular como se muestra en la figura 21 es el más utilizado por los productores, las razones por la que generalmente las personas optan por instalar este tipo de biodigestor tubular en las fincas, que por lo regular están hechos de plástico de polietileno de alta densidad, es porque son más económicos con respecto a otro tipo de sistemas, son fáciles de instalar y son recomendados usualmente por los asesores u otros productores.

Figura 22. Biodigestores tipo caneca en serie Reserva Natural Rancho Camaná



Fuente: Elaboración propia

El biodigestor de canecas en serie como se observa en la figura 22, es un tipo de biodigestor que se ha dado a conocer entre los productores debido algunas ventajas con respecto al tipo chorizo como:

- La calidad de los materiales garantiza la mayor durabilidad del biodigestor, debido a que los tanques de recepción son canecas plásticas de 55 galones muy resistentes y que evitan el daño por agentes externos como el sol o la intervención de animales.
- Otra de las razones por las cuales se ha preferido la instalación de este tipo de biodigestor es que debido a su diseño permite que se pueda ampliar. Siendo una gran ventaja si se presentara crecimiento en la producción de materia orgánica para tratar.
-

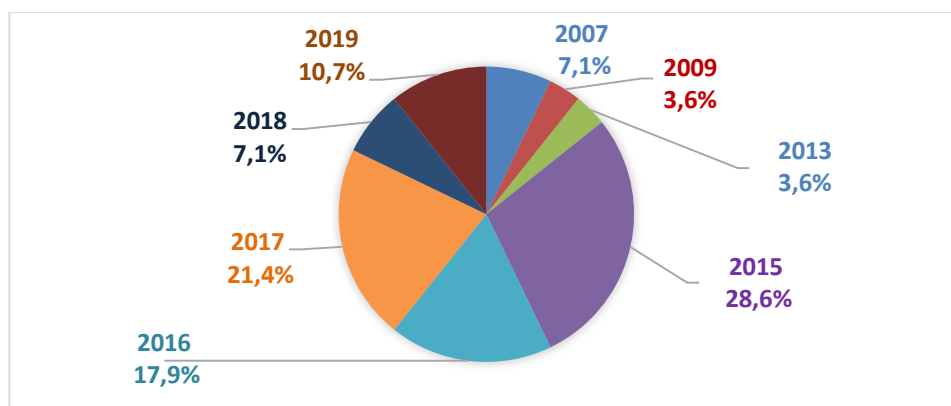
Figura 23. Biodigestor Tipo caneca Finca Moniyamena



Fuente: Elaboración propia

El biodigestor tipo caneca como se muestra en la figura 23, generalmente es instalado para procesar poca materia orgánica, Genera poca producción de gas y su objetivo principal es la producción de biol.

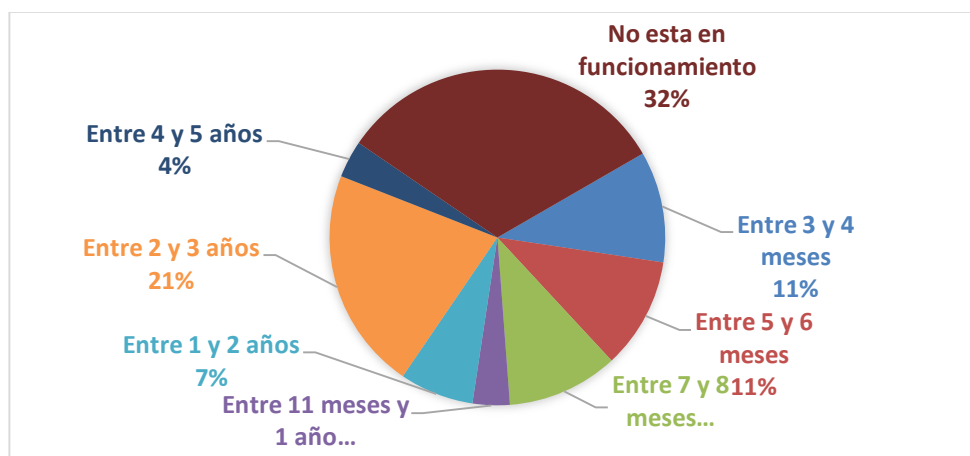
Figura 24. Año de instalación de los biodigestores



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la figura 24, el 28,3 % de los biodigestores se instalaron en el 2015, el 21% en el 2017 y 17,9% en el 2016, estos biodigestores fueron instalados generalmente bajo iniciativas de proyectos dirigidos a productos para el aprovechamiento de residuos por las diferentes organizaciones. Con respecto a los años posteriores 2018 y 2019 se refleja una notoria disminución de instalación de biodigestores lo que nos permite afirmar que no se ha seguido generando nuevos proyectos e iniciativas para la instalación de biodigestores con fuentes de energía alternativa.

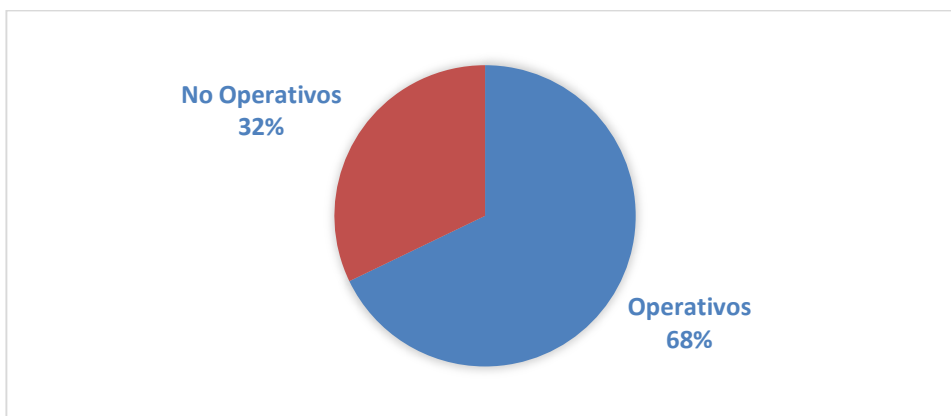
Figura 25. Tiempo de funcionamiento del biodigestor



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 24 y comparándolo con la figura 25, los biodigestores generalmente son puestos en marcha apenas son instalados, en pocos casos por problemas de instalación se ha tenido que desocupar y posteriormente volver a realizar el proceso de llenado y ejecución del biodigestor. También se presentan daños en el transcurso del tiempo de uso que provocan la desinstalación del biodigestor o se dejan de usar.

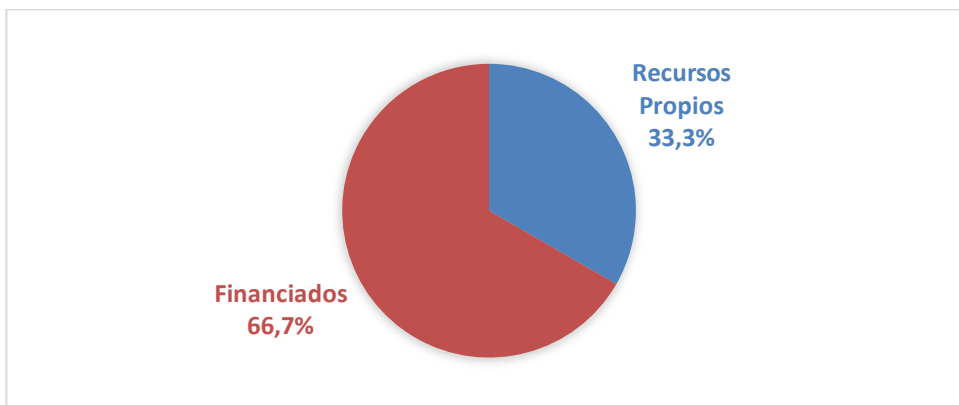
Figura 26. Estado actual de los Biodigestores



Fuente: Elaboración propia

Actualmente según el seguimiento que se les hizo a los biodigestores el 68% se encuentran operativos, en cambio el 32% no lo están, como se observa en la figura 26

Figura 27. Modo de financiamiento de los biodigestores No operativos



Fuente: Elaboración propia

Del 100% de los biodigestores no operativos el 66,7% son financiados como se observa en la figura 27, un porcentaje muy alto con respecto a los que fueron instalados con recursos propios, esto no muestra que las personas que invierten en su biodigestor tienden a cuidarlo y a prolongar su vida útil.

Figura 28. Biodigestor no operativo plástico roto Figura 29. Biodigestor No puesto en marcha



Fuente: Elaboración propia

Dentro de los estos no operativos, 9 sufrieron daños generalmente por rotura de plástico como se puede observar en la figura 28 y por ende el abandono de este y uno nunca se puso en marcha por falta de agua en el punto de instalación (ver figura 29). Este caso particular se presentó en un biodigestor en Puerto Gaitán, que fue instalado, pero no tuvo en cuenta que la finca no tenía agua corriente, por lo que era muy difícil lavar la cochera para la alimentación del biodigestor, por lo que, a pesar de su instalación, nunca fue utilizado. Esto evidencia que es importante considerar los factores tanto de instalación como de funcionamiento del equipo antes de su implementación.

7.5.6 Capacidad y variables de instalación. En el proceso de instalación de los biodigestores estudiados los principales parámetros que se tuvieron en cuenta fueron:

- Cantidad de animales
- Cantidad de materia orgánica generada
- Tipo de sustratos, factores fisicoquímicos (pH)
- Capacidad del biodigestor
- Tipo de alimentación
- Diseño (Nivel, materiales empleados, etc.)

Se conocieron otras variables importantes:

- La distancia entre el biodigestor y el punto de alimentación: El 80% de los biodigestores se instala cerca del punto de alimentación de 0 a 5 metros.
- La Distancia entre el biodigestor y el punto de utilización del gas. El 43% de las fincas tiene el punto de uso del gas a menos de un intervalo de 0 a 10 metros de biodigestor, esto permite mayor eficiencia debido a que con el poco recorrido del gas este va a llegar con mayor eficiencia a los fogones.

Capacidad del biodigestor. Para conocer la capacidad de los biodigestores tipo tubular o chorizo se recolectaron las medidas del largo y ancho de cada uno de ellos y a partir de esos datos se calculó el volumen del cilindro y las dos semiesferas del biodigestor para obtener la capacidad total de acuerdo a las siguientes fórmulas.

- **Cálculo volumen total del biodigestor tipo salchicha**

$$VB = VC + 2VS$$

VB= Volumen total del biodigestor

VC: Volumen del cilindro

VS: Volumen de las semiesferas.

- **Calculo del cilindro**

$$VC = \pi^2 r L$$

VC: Volumen del cilindro

r: Radio del cilindro

L: Largo del cilindro

- **Cálculo del volumen de las semiesferas**

$$VS = 2\pi r^3 / 3$$

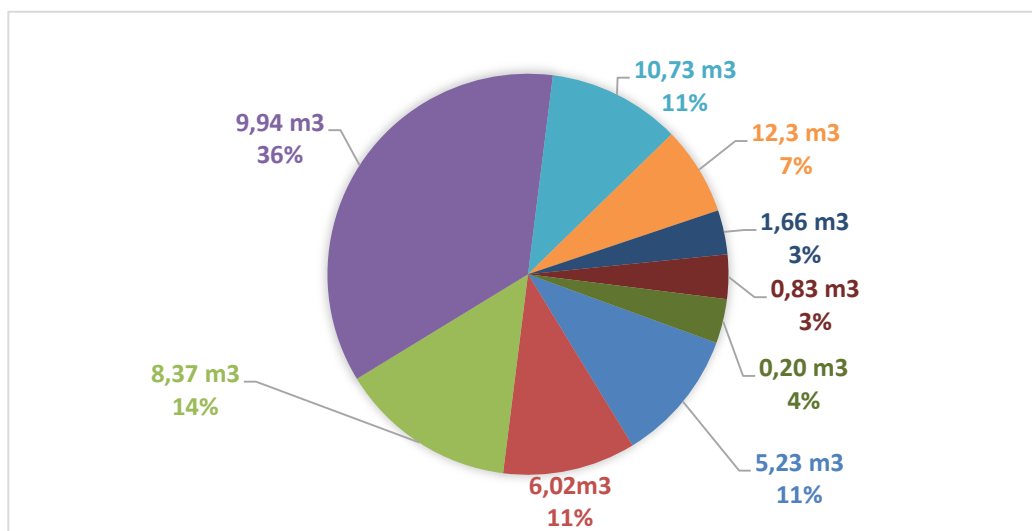
VS: Volumen de la semiesfera

r: Radio de la semiesfera

Para los biodigestores tipo canecas en serie se conoció la capacidad de cada caneca que es de 55 galones y se multiplicó por el número que integraban el biodigestor.

Así se obtuvieron los datos de capacidad total de todos los biodigestores instalados como muestra la figura 30.

Figura 30. Capacidad de biodigestores en m³

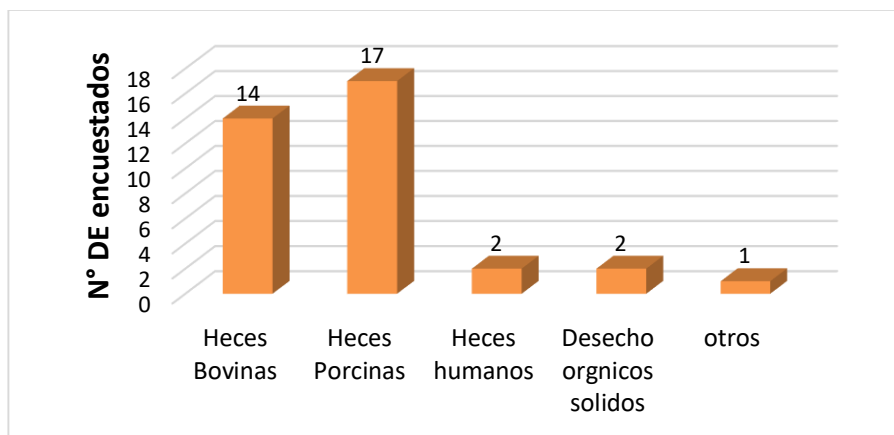


Fuente: Elaboración propia

El 36% de los biodigestores cuentan con la misma capacidad o volumen de 9,94 m³, esto se debe a que esos biodigestores fueron instalados con los mismos parámetros de medidas 12 m de largo x 1 m de ancho por medio de minga, que es una herramienta de trabajo colaborativa utilizada por los productores de los municipios de Lejanías, Puerto Gaitán y Restrepo, promovida APPA o La Cosmopolitana, que cuentan con una metodología para la instalación de esta tecnología. Los biodigestores con un volumen menor son los tipo canecas en serie que se instalaron con el fin de dar tratamiento a las aguas negras.

7.4.6 Usos del biodigestor. Cada tecnología de biodigestor se instalaba con un fin diferente, para el tratamiento de residuos sólidos, producción de gas metano como fuente de energía, para la generación de abono utilizados como fertilizantes o con fines integrales. En la caracterización del biodigestor se conoció que tipos de materia orgánica se utilizan para la alimentación, tipos de productos obtenidos y beneficios de estos. El desarrollo de las preguntas se dio de la siguiente forma:

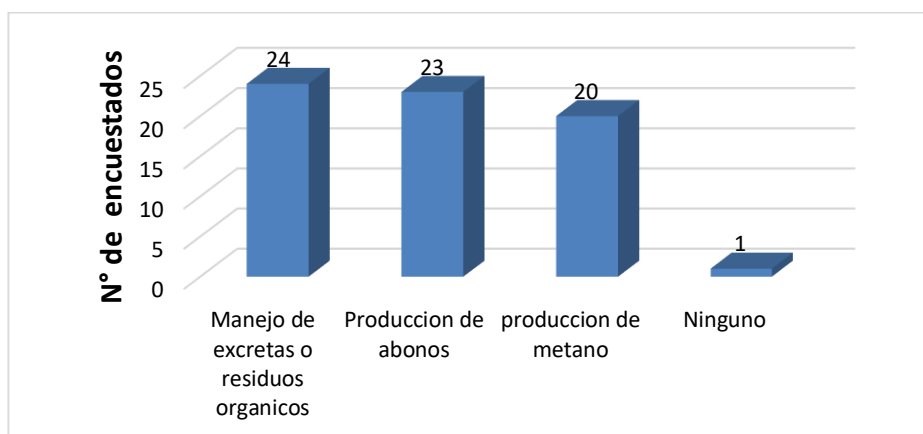
Figura 31. Material orgánico con que se alimenta el biodigestor



Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la figura 31, el 60,7% de las fincas encuestadas alimentan el biodigestor con el estiércol de cerdos, el 33,3% utiliza el estiércol bovino, el 7,2% de las fincas que tienen instalados biodigestores de canecas en serie utilizan las heces humanas (aguas negras) proveniente de los baños para realizar la alimentación del mismo. En algunos casos se realiza combinaciones de dos o más materias orgánicas para realizar la alimentación. La caja de recolección del afluente se encuentra directamente conectada con el biodigestor haciendo más fácil su alimentación.

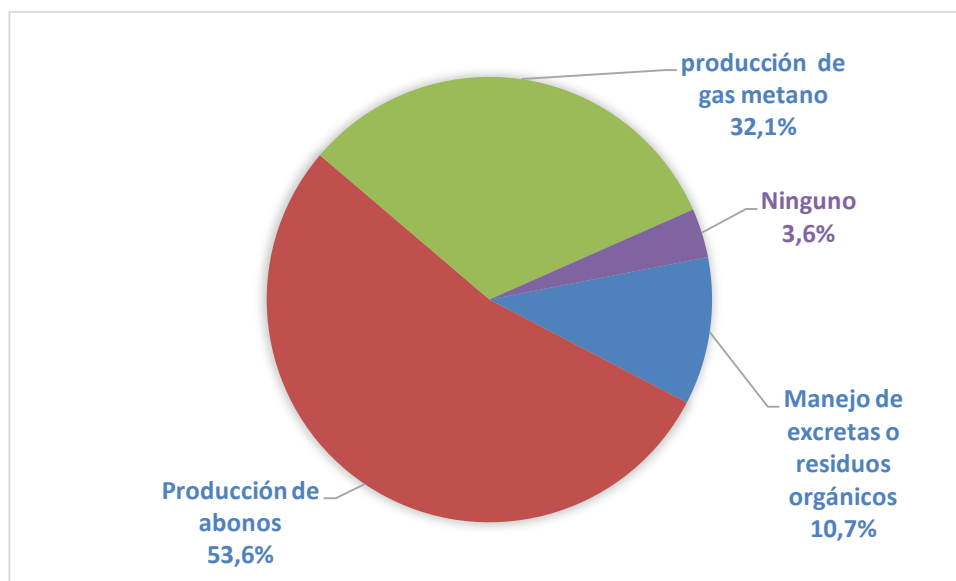
Figura 32. Usos que se le da al biodigestor



Fuente: Elaboración propia

Según la figura 32, más del 80% de los encuestados utilizan el biodigestor para el manejo de excretas y la producción de abonos y el 77,4 para la producción de biogás. Lo que nos permite ver que aproximadamente el 77% utiliza el biodigestor con fines integrales manejo de excretas y producción de biogás y biol.

Figura 33. Uso del biodigestor que genera mayor beneficio a los productores



Fuente: Elaboración propia

Como se observa en la figura 33, el 53,6% de los encuestados manifiesta que el biol o bioabono resultante de la degradación de la materia orgánica en el biodigestor le ha traído mayor beneficio a su finca, esto se debe a la calidad de este fertilizante, han notado cambios muy notorios en los cultivos, como plantas con mejores características, frutos más grandes, pastos sanos y verdes, el crecimiento vegetativo alrededor de donde se encuentra el biodigestor, además el ahorro económico por disminuir o mitigar la comprar de fertilizantes químicos que son costosos.

El 26,7 % prefieren la producción de biogás, ya que ha suplido la necesidad energética en sus fincas debido a que no cuentan con un servicio de gas natural dado a su ubicación retirada de la zona urbana. También el acceso al gas GLP en

cilindro es demasiado costoso generando un gasto más en el hogar, y muchas veces no se cuenta con los recursos suficientes para suplir esta necesidad, por eso la obtención de biogás por medio del biodigestor ha mejorado notablemente la calidad de vida en sus familias.

El 10,7% usa el biodigestor principalmente para el tratamiento de excretas ya que no se cuenta con servicio de alcantarillado para realizar una adecuada disposición de este desecho, la utilización del biodigestor para este uso garantiza el tratamiento de esta materia orgánica además la no generación de malos olores y la contribución al medio ambiente ya que no se está generando contaminación.

Figura 34. Frecuencia de alimentación del biodigestor

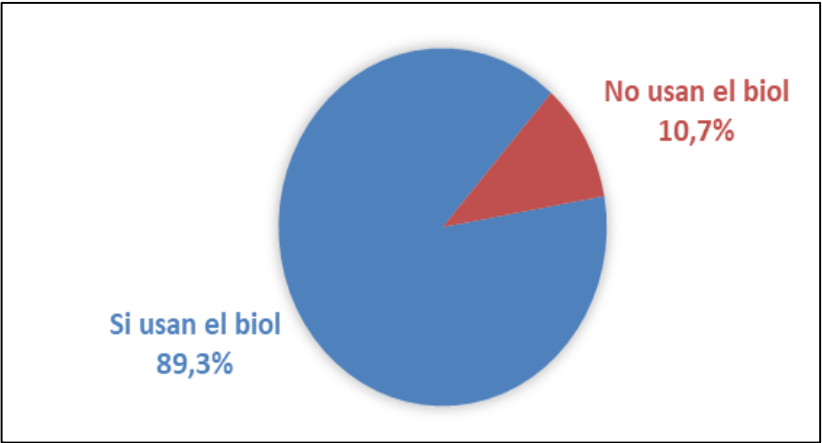


Fuente: Elaboración propia

En los sistemas estudiados se presentaron formas similares de alimentación del biodigestor, el 92,9% realiza la alimentación con un periodicidad diaria y el otro porcentaje cada vez que hay producción de materia orgánica generalmente 2 veces por semana como se muestra en la figura 34.

7.4.7 Subproductos obtenidos. En el proceso de degradación se obtienen 2 principales productos, el biol y el biogás, se conoció la función que tienen en las fincas estudiadas como se muestra a continuación:

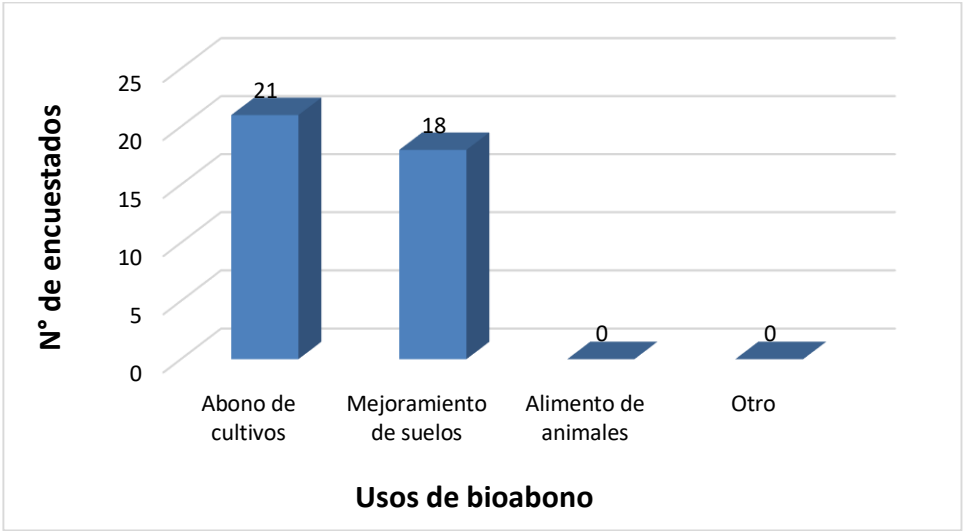
Figura 35. Utilización del biol en las fincas



Fuente: Elaboración propia

Según la figura 35, el 89,3% de los encuestados utilizan el biol o a bioabono.

Figura 36. Formas de uso del biol en las fincas estudiadas



Fuente: Elaboración propia

Como se aprecia en la figura 36, el 95,5% disponen el biodigestor para el abono y fertilización de cultivos, exponiendo que el biol es un excelente fertilizante para el fortalecimiento y el mejoramiento de cultivos, además de producir plantas sanas y frutos grandes. El 68,2% de los productores aplica el biol para el tratamiento de suelos debido a que aporta nutrientes al suelo, controla la acidez ya suelen ser un poco ácidos.

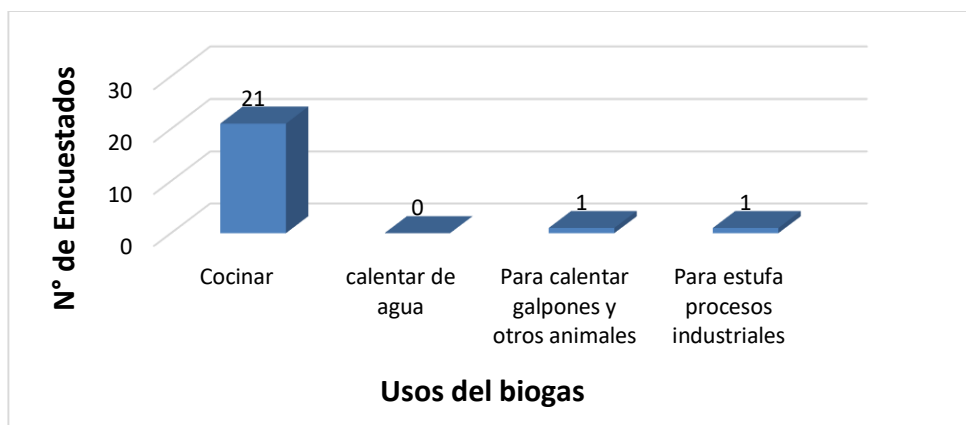
Figura 37. Utilización del biogás en fincas



Fuente: Elaboración propia

Según la figura 37, el 77,8% de los encuestados utilizan el biogás producido por el biodigestor.

Figura 38. Formas de uso del biogás en fincas estudiadas



Fuente: Elaboración propia

Según la figura 38, el biogás producido en las fincas es utilizado en un 100% para generación de energía térmica, principalmente para la preparación de alimentos en la cocina o en hornos. En promedio se utiliza este biogás durante 6 horas diarias, dependiendo de la cantidad de gas que se esté generando en el proceso

7.5 EMPRESAS ESTUDIADAS

Durante el levantamiento de información también se visitaron empresas que contaran con biodigestores. Se les aplicó una encuesta diseñada para ellas (ver anexo B). En esta encuesta se caracterizaron los sistemas de tratamientos de residuos, diferentes tipos de alimentación y qué cambios ha traído la implantación de esta tecnología a las organizaciones.

Se visitaron 4 empresas, como se muestra en la tabla 5.

Tabla 4. Empresas registradas que instalaron biodigestores

Empresa	Actividad económica	Municipio
Manuelita Aceites y energía	Fabricación y comercialización de biocombustibles a partir de la palma de aceite	San Carlos de Guaroa
Comestibles El Gavan S.A.S	Fabricación y comercialización de pan de arroz	Restrepo
Granja Agropecuaria Uniminuto	Capacitación integral en programas de producción agrícola y animal	Villavicencio
Universidad de los Llanos	Educación superior	Villavicencio

Fuente: Elaboración propia

Se conocieron aspectos generales de los biodigestores instalados en las organizaciones, como cantidad, capacidad, entre otros como se muestra en la tabla 6.

Tabla 5. Información general del estudio de los sistemas en empresas

Nombre de empresa	Empresa Manuelita Aceites y energía	Empresa Comestibles El Gavan S.A.S	Granja Agropecuaria Uniminuto	Universidad de los llanos
Biodigestores instalados	2	1	1	2
Tipo de biodigestor	Laguna cubierta	Tubular	Tubular	1) Tubular 2) Tanque
Estado actual	Operativo	No operativo	No operativo	1) No operativo 2) Operativo
Capacidad	19000 m ³ c/u	10,73 m ³	6,80 m ³	1) 8,37 m ³ 2) 6 m ³
Año de instalación	2013	2018	2015	1) No hay datos 2) 2004
Función	Manejo efluentes provenientes de la planta de procesamiento	Manejo de residuos como grasas generadas en el proceso de elaboración de pan de arroz	Manejo de excreta porcina	1) Manejo de excreta porcina 2) Manejo de aguas negras
Subproductos obtenidos	Biogás, biol	Biogás, biol	Biogás, biol	1) Biogás, biol 2) Agua tratada

Fuente: Elaboración propia

Para el análisis de la encuesta dirigida a empresas (ver anexo B), se realizó la explicación de la información recolectada a cada una de las ellas como se muestra a continuación.

7.5.1 Empresa Manuelita Aceites y energía

Es una empresa dedicada a la extracción de aceite de palma para producir biocombustibles como biodiesel y otros subproductos.

Generan aproximadamente 90 m³/hora de efluentes, producto de la planta extractora de aceite y biodiesel. Estos efluentes se procesan en 2 biodigestores tipo Laguna carpada con geomembrana (ver figura 39) de capacidad de 19000 m³ cada uno. El proyecto nació en el 2013, inicialmente se quemaba el biogás generado en teas. Posteriormente en el 2015 se adquiere una caldera para generar vapor de proceso que quema biogás y un generador eléctrico para la producción de energía que es la utilizada internamente en la empresa. Este proyecto fue asesorado por la empresa Biotec la cual realizó el acompañamiento en la instalación y puesta en marcha del biodigestor, actualmente el departamento de trabajos industriales de Manuelita se encarga de velar por el funcionamiento adecuado del biodigestor.

Figura 39. Biodigestor laguna carpada empresa Aceites y energía Manuelita



Fuente: Elaboración propia

A los efluentes provenientes de las plantas se les hacen diferentes tratamientos, que inicia en la laguna de homogenización, posteriormente van a unos pozos donde se le da las condiciones ideales para los microorganismos en el biodigestor: un pH

de 7, aireación y temperatura de 40 °C que garantiza el óptimo funcionamiento del biodigestor y la generación de los subproductos necesarios como el biogás.

Dentro de este proceso se generan dos clases de biogás: el biogás crudo que es utilizado en calderas para la producción de vapor y el biogás tratado que pasa por un por filtro para retirar el azufre y purificar el gas que posteriormente es llevado al generador para producción de energía eléctrica.

La energía producida a partir del biogás cubre el 95% de la energía requerida por la empresa, superando las expectativas inicialmente propuestas al inicio del proyecto. Además el biol resultante de la operación del biodigestor es tratado y utilizado como abono para fertilización de las palmas de aceite en algunas zonas de la empresa lo que ha incurrido en menos gastos en compras de fertilizantes químicos.

Este es un proyecto de gran magnitud que además de que contribuye con el medio ambiente al no ser depositados estos residuos al ecosistema, trata el agua el cual puede ser devuelta al ambiente con las características óptimas. El biol es un bioabono competitivo con los fertilizantes químicos ya que cumple perfectamente las funciones de éste. La implementación del biodigestor también genera un beneficio invaluable por la obtención de energía tanto térmica con eléctrica que es utilizada para todos los procesos operativos de la empresa.

7.5.2 Empresa Comestibles El Gavan S.A.S

Esta empresa se dedica a la fabricación de productos de pan de arroz en sus diferentes presentaciones. El biodigestor está ubicado en la parte lateral de la empresa a 10 m del tanque, es un sistema en forma de bolsa tubular, que está hecho para tratar aguas servidas como desechos del área de lavado y proceso de la planta que conducen a unas trampas de grasas.

- Residuos generados: Los principales residuos que generan son las grasas, masas y trazas de producto terminado que van a una trampa de grasa que pretrata los residuos antes de depositarla en un biodigestor.

- Características del biodigestor:

Tuvo un tiempo de instalación de 5 meses, es un biodigestor tipo bolsa tubular de polietileno en forma de U como se observa en la figura 40, se protege mediante un techo del mismo material. La razón por la cual se instaló este biodigestor es para el tratamiento de residuos generados provenientes de las trampas de grasa las cuales están a 8 m del biodigestor, estos residuos de las trampas de grasa se lavan cada 8 días y se alimenta en biodigestor con este afluente. Este tipo de biodigestor fue replicado de otro sistema visto en una finca.

Figura 40. Biodigestor empresa Comestibles El Gavan S.A.S



Fuente: Elaboración propia

No tiene conocimiento de cómo se realizaron los cálculos o que variables se tuvieron en cuenta para la instalación. Se han presentados varios inconvenientes respecto a los malos olores que son emitidos por el biodigestor, una de las razones más posibles es que haya un tipo de rotura en el plástico ya que se encuentra deformado algo no habitual en él. Actualmente no se está haciendo uso ni del biogás ni del biol. Se quiere mejorar la producción de biogás para utilizarlo como energía térmica en un taller para la fabricación de pan de arroz.

7.5.3 Granja Agropecuaria Uniminuto

La Granja tiene como fin ofrecer programas de producción y capacitación en pro del crecimiento colectivo de estudiantes y personas pertenecientes al proceso productivo agrícola. Cuenta con producción ganadera, sistemas productivos con huerta de cultivos, piscicultura, porcicultura entre otros. Pertenece al Sistema de Parques Nacionales Naturales como Reserva Natural de la Sociedad Civil.

Figura 41. Biodigestor Granja Uniminuto en funcionamiento



Fuente: Elaboración propia

En 2015 se instaló un biodigestor tubular para el manejo de residuos orgánicos provenientes de desechos producidos por la actividad de la porcicultura como se muestra en la figura 41.

Este biodigestor contaba con una capacidad de $6,80 \text{ m}^3$, no tenía caja de recepción y la materia orgánica llegaba directamente al tanque. Era alimentado diariamente con los desechos generados por 8 cerdos aproximadamente. El biol generado se depositaba a las plantas y pastos que estaban alrededor del biodigestor en un área aproximada de 2000 m^2 , los cuales presentaron mejorías notoriamente durante la aplicación de este abono dando mejores características a las plantas y el pasto.

No se usaba el gas generado, pero si se contaba con instalación de 100 m que llevaba el gas desde el biodigestor hasta la cocina, este gas era almacenado y posteriormente liberado debido a que no daba la suficiente presión necesaria para generar buena llama, esto pudo ocasionarse debido a los constantes estancamientos del biodigestor. El biodigestor tuvo varios problemas debido al alto nivel freático del suelo cuando llovía se inundaba ocasionando que el biodigestor se inflara y se atascara.

A mediados del 2016 se presentaron quejas de los vecinos por malos olores ocasionados por el biodigestor, que se intentaron mitigar con una frecuencia de lavado 2 veces al día de las cocheras, pero no hubo solución a las problemáticas. Por una visita de la autoridad ambiental Cormacarena fue cerrado el biodigestor sin posibilidad de restaurarlo y volverlo a instalar.

Se manifiesta el interés de estudiar un sistema de biodigestor accesible económicamente que se adapte a las condiciones del suelo y que garantice la impermeabilidad y la no generación de olores para emprender de nuevo el proyecto para el tratamiento de estos residuos y además la generación de energía alternativa y la producción de abonos que cuenten que excelentes características para aplicación en cultivos y plantas.

7.5.4 Universidad de los Llanos

Cuenta con 2 biodigestores un para el tratamiento de aguas negras y el segundo que ya se desinstalo para el tratamiento de heces porcinas como se muestra en la figura 42.

Figura 42. Lugar donde se encontraba el biodigestor tubular Universidad de los Llanos



Fuente: Elaboración propia

El biodigestor tipo chorizo que fue instalado para el tratamiento de residuos sólidos generados por los cerdos ubicados en la Unidad de Cerdos de la granja Barcelona. Este biodigestor contaba con una capacidad de $5,49 \text{ m}^3$, los motivos por los cuales dejó de funcionar fue rotura de plástico que no fue reparado y fue retirado el biodigestor de tipo tubular.

El principal producto que generaba es el abono que era utilizado para fertilización de cultivos. En el caso del biogás si se realizó la instalación para el aprovechamiento de este, pero el suministro no fue constante.

El segundo biodigestor se encuentra en el área de posgrados y es utilizado para el tratamiento de aguas negras, cuenta con 3 tanques de 2000 litros cada uno siendo una capacidad total del biodigestor de 6 m^3 . El producto resultante es un agua con mejor característica que es dispuesta otra vez al medio ambiente. Actualmente se está instalando el sistema de alcantarillado, por lo que dejará de emplearse el biodigestor.

7.6 BENEFICIOS QUE HA TRAÍDO EL BIODIGESTOR.

Durante la ejecución de la encuesta las personas manifestaron que los principales beneficios que ha traído la implementación de un biodigestor en sus fincas son:

- La no utilización de leña para poder cocinar sus alimentos, ya que esta actividad les costaba tiempo y esfuerzo además de la contaminación al medio ambiente.
- Evita la compra de GLP que es muy costoso y además el transporte hasta las fincas es muy engorroso.
- Disminución de gastos ya que se utiliza el biogás como fuente de energía.
- La utilización del biol como abono para cultivo y tratamiento de suelos.
La disminución de utilización de fertilizantes químicos que son costosos y dañinos para el medio ambiente.
Manejo de las heces, disminuyendo malos olores y no contaminando el medio ambiente.

7.7 DIFICULTADES DEL PROCESO DE BIODIGESTIÓN

Durante el proceso de funcionamiento del biodigestor se han generado algunos inconvenientes como:

- Poca protección los biodigestores, donde muchas veces se causan daños por caídas de árboles, entre otros accidentes.
- Poca materia orgánica para producción de los subproductos necesarios, debido a que la producción porcina ha disminuido en algunas zonas estudiadas por implementación de mercados nuevos, volviendo a las fincas productoras no competitivas.
- Rotura del plástico por agente externos como el sol, animales y otros.
- Generación de malos olores, por fugas en el biodigestor.
- Poca producción de biogás en algunos biodigestores.

7.8 ASPECTOS A MEJORAR EN EL BIODIGESTOR

- Garantizar la protección del biodigestor con un techo, o polisombra que minimice la incidencia de rayos solares.
- Cambiar el tipo de plástico por geomembrana ya que es un material de mejor calidad
- Aumentar volumen de materia orgánica.
- Pavimentar desde el sitio de la alimentación (cocheras) hasta el biodigestor para facilitar la recepción del estiércol.
- Instalar un reservorio para garantizar la retención del biogás.
- Sembrar plantas, mejorar la protección del biodigestor para impedir el paso de animales.
- Utilizar eficientemente el biogás producido.
- Instalación de electrobomba para alcanzar con el biol terrenos más altos.
- Diseñar estufas que se adapte a las condiciones de biogás.

8. CONCLUSIONES

- Los biodigestores más populares en las fincas productoras son los tipos chorizo continuo, debido a que son más económicos y son principalmente incentivados por las mismas organizaciones campesinas.
- Los biodigestores son una alternativa sencilla y económica que ayuda a suplir la deficiencia energética en las zonas rurales. Genera energía limpia que reemplaza el uso de combustibles fósiles y la quema de árboles que son fuentes principales de contaminación. También la producción de bioabono con muy buenas características que han influido en la disminución de usos de fertilizantes químicos.
- Se presenció que las principales razones de abandono esta tecnología, es el daño por rotura de plástico debido a que muchas veces no se protege adecuadamente el biodigestor, ocasionando daños por el contacto directo del sol o por agentes externos como animales.
- Más del 67 % de los biodigestores que no están en funcionamiento, fueron financiados por alguna entidad lo que nos permite deducir que las personas que utilizan sus recursos propios para instalación del biodigestor cuidan de manera más eficiente su biodigestor.
- La disminución de producción animal en las fincas productoras, por ingresos de nuevos actores productivos como La Fazenda ha influido en el abandono y la no implementación de nuevos biodigestores.
- El diseño del biodigestor va ligado con las necesidades de cada persona, organización o empresa, generalmente influye la cantidad de materia orgánica generada, subproductos que se desean obtener y solvencia económica.

9. RECOMENDACIONES

- Cuando se ejecuten proyectos de instalación de biodigestores para productores se debe garantizar el seguimiento adecuado a estos, ya que muchas veces se han abandonado debido a que los propietarios no cuentan con los conocimiento o recursos necesarios para el mantenimiento del biodigestor.
- Realizar estudios de la eficiencia e impacto nutricional que tiene el biol o bioabono en la aplicación a cultivos y suelos en las diferentes zonas del departamento del Meta, ya que los encuestados manifestaron la gran diferencia positiva al aplicar el biol como fertilizante.
- Estudiar el diseño de una estufa que se adapte a las condiciones del biogás generado por el biodigestor.
- Continuar difundiendo la tecnología de digestión anaeróbica como herramienta para una soberanía energética y alimentaria para los productores del campo y como opción para el manejo de efluentes de forma sustentable.

10. BIBLIOGRAFIA

BECKER, P. A. Potencial y posibilidades de implementación de pequeños biodigestores en Kagana (Tanzania). Diplomarbeit. Universidad de Ciencias Aplicadas. Berlín. Alemania. 2010

BENAVIDEZ, Edwin. Et al. Producción de biogás a partir de cogestión de estiércol bovino, melaza e inóculo bacteriano. En RedBioLAC. 2017. Vol. 1, p. 52-57.

Besel S.A. (Departamento de Energía). Biomasa: digestores anaerobios. 2007.

BIODISOL. Digestión anaerobia. Proceso de producción de biogás. Tomado de (<http://www.biodisol.com/que-es-el-biogas-digestion-anaerobia-caracteristicas-y-usos-del-biogas/digestion-anaerobia-proceso-de-produccion-de-biogas-biocombustibles-energias-renovables>).

CASTRO, Liliana. Monitoreo a escala real de un biodigestor anaerobio de bajo costo instalado en una planta de sacrificio animal. *RedBioLAC*, 37- 44. 2017

DANE. Censo Nacional Colombia. 2005

Digestión anaerobia. [anónimo]

GUEVARA, Antonio. Fundamentos básicos para el diseño de unos biodigestores anaeróbicos rurales. Lima Peru, 1996. P.15..

GONZÁLEZ, Beatriz. Diseño y fabricación de un prototipo de biodigestor para la obtención de biogás. 2011..

HAGOS, Kiros. *et al.* Anaeróbica co-digestión procesos for biogas production: Progress, challenges and perspectives. En Servier. Vol 76. Laboratorio clave del estado de la ingeniería química orientada a los materiales, Nanjing Tech University, Nanjing 2100. .

HENAO, Fabian. Red Colombiana de energía de la biomasa. *RedBioCOL*. 2016

HERRERA, Nelsy. Plan estratégico Meta 2020 situación actual sector pecuario y pesquero. [En línea] Plan estratégico 2020. Villavicencio. Agosto 2002. P. 9.

IDAE (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía). Madrid, España, p.48.

META. Evoluciones agropecuarias municipales. Principales Cultivos por Área Sembrada en el Año 2014. . [En línea.<http://www.agronet.gov.co/Documents/Meta.pdf>. 2014.

MORETA, María. Diseño de un biodigestor de estiércol porcino para una granja agrícola ubicada en el barrio la morita, parroquia de Tumbaco para el año 2012-2013. Como requisito para la obtención del título de: Ingeniero ambiental. Universidad internacional. 2013

ROMERO, Arturo. Aprovechamiento de la biomasa como fuente de energía alternativa a los combustibles fósiles. Rev. R., Acad. Cienc. Exact. Fís. Nat. (Esp). 2010.

SAGARPA. Secretaría de Agricultura ganadería, desarrollo rural, pesca y alimentación. México. Diagnóstico General de la Situación Actual de los Sistemas de Biodigestión en México [en línea] <http://ecotec.unam.mx/Ecotec/wp-content/uploads/Diagnostico-Nacional-de-los-Sistemas-de-Biodigestion.pdf>. Mexico. 2009

SALAMANCA, Jairo. Diseño, Construcción y Puesta en Marcha de un Biodigestor a Escala Piloto.

SALVADOR, Arturo. Aprovechamiento de la biomasa como fuente de energía alternativa a los combustibles fósiles. Rev R, Acad Cienc Exact Fís Nat. (Esp). 2010.

SALAZAR, F. . SALAZAR, Francisco. Diagnósticos de plantas de digestión anaerobia existentes en lecherías de las regiones de Los Ríos y Los Lagos. Institutos de investigaciones agropecuaria. Chile. 2016

URPA (2001). Citado por. HERRERA, N. (Agosto 2002.). Plan estratégico Meta 2020 situación actual sector pecuario y pesquero. [En línea] Plan estratégico 20. Villavicencio. Villavicencio. 2001

VARNERO, María. Remoción de Barreras para la Electrificación Rural con Energías Renovables”. Manual de biogás. MINENERGIA / PNUD / FAO / GEF. Santiago de Chile. 2011

11. ANEXOS

Anexo A. Cuestionario caracterización de biodigestores proyecto de investigación para productores.

Nombre del Encuestado	
Teléfono de Encuestado	
Nombre del predio/finca/organización	
Nombre Encuestador	
Municipio	

CONVENCIONES: **RU**: Respuesta única. **RM**: Respuesta Múltiple, **RA**: Respuesta Abierta

FILTRO

1. ¿Ha instalado usted en su finca o predio un biodigestor? **RU**

SI	1	Continúe
NO	2	Agradezca y termine

DEMOGRAFICOS

2. Género (No preguntar. Registrar por observación)

Femenino	1
Masculino	2

3. **Edad:** ¿Me podría decir cuántos años tiene? **(RU)** *Registre la edad exacta* _____

4 *Marque la opción correspondiente en la tabla siguiente.*

Menos de 13 años	1	TERMINE
Entre 13-17 años	2	CONTINUE
Entre 18-24 años	3	
Entre 25-27 años	4	
Entre 28-32 años	5	
Entre 33-37 años	6	
Entre 38-42 años	7	
Entre 43-47 años	8	

Entre 48-52 años	9	
Entre 53-55 años	10	
Entre 56-60 años	11	
Entre 61-65 años	12	
Entre 66 – 70 años	13	
Entre 71 – 75 años	14	
Entre 76 – 80 años	15	
Más de 80 años	16	

5. ¿Con fines de clasificación podría confirmarme algunos datos? NE: ¿Podría decirme cuál es su último nivel de educación alcanzado? **(RU) NO Leer opciones de respuesta**

	RU
Primaria Incompleta	1
Primaria Completa	2
Bachillerato Incompleto	3
Bachillerato Completo	4
Nivel Técnico	5
Universidad Incompleta	6
Universidad Completa	7
Postgrado	8
No responde	99

- 6) Su estado civil es? **(RU) NO leer opciones de respuesta**

	RU
Soltero	1
Casado	2
Unión Libre	3
Separado	4
Viudo	5
No responde	

- 7) ¿Tiene usted hijos? **(RU)**

Si	1	Continúe
No	2	Pase a 10

8) ¿Cuántos hijos tiene usted? **RA**

9) ¿De qué edades son sus hijos? (**RU por hijo**) **RA**

		Edad
1	Hijo 1	
2	Hijo 2	
3	Hijo 3	
4	Hijo 4	
5	Hijo 5	
6	Hijo 6	

10) Me podría decir con quien vive usted? (**RU**) **NO leer opciones de respuesta**

	RU
Solo	1
Solo con pareja	2
Con pareja y con hijos	3
Solo hijos	4
Con algún otro familiar	5
Con amigos	6
Con padres	7
Con trabajadores	8
Otro cual _____	9

DATOS DEL PREDIO

11) ¿Podría decirme cuantas hectáreas tiene su finca? **RA**

12) ¿Podría decirme que tipo de animales de producción (no mascotas) tiene usted en su finca? **RM NO leer opciones de respuesta**

13) ¿Podría decirme aproximadamente cuántos animales tiene usted habitualmente de cada especie? **RA Tener en cuenta respuesta 12**

ANIMALES	12	13
Vacas	1	
Cerdos	2	
Gallinas	3	
Conejos	4	

Cabras	5	
Búfalos	6	
Cachama/mojarra etc.	7	
Otro cual_____	8	

14) ¿Podría decirme que tipo de productos agrícolas siembra usted en su finca? NO
Leer opciones de respuesta RM

PRODUCTOS	RM
Frutas	1
Verduras	2
Cereales	3
Forestales	4
Transitorios	5
Permanentes	6
Pastos	7
Otro cual_____	8

15) ¿Podría decirme exactamente de donde proviene el principal ingreso de su familia? RA

GESTIÓN DEL BIODIGESTOR

Usted participó de la construcción de un biodigestor, quisiera que por favor me ayudara contestándome unas preguntas sobre este tema.

16) ¿Podría decirme de quien es el predio donde se construyó ese biodigestor? RA

17) ¿Podría decirme quien o quienes son los propietarios del biodigestor? RA

18 ¿Recibió usted algún tipo de asesoría en la construcción del biodigestor? RU

Si	1	Continúe
No	2	Pase a 20

19) ¿Quién le prestó esta asesoría? RA

20 ¿Qué personas le ayudaron y/o participaron en la construcción del biodigestor? RM NO leer opciones de respuesta

21 ¿Que personas se encargan de alimentar, limpiar y manipular el biodigestor? **RM**
NO leer opciones de respuesta

22 ¿Que personas se benefician del biodigestor? **RM NO leer opciones de respuesta**

PARTICIPANTES	20	21	22
Familia	1	1	1
Vecinos	2	2	2
Asociados o miembros de alguna organización	3	3	3
Minga /mano e vuelta	4	4	4
Trabajadores /obreros	5	5	5
Otro cuál			

23 ¿Cómo se gestionaron los recursos para construir el biodigestor? **RM**

FUENTES	23
Recursos propios	1
Aportes de miembros de la comunidad	2
Aportes de instituciones públicas (Gobernación, alcaldía, SENA)	3
Aportes empresa privada (bionergy, fazenda, Ecopetrol etc.)	4
Crédito	5
Aportes ONG, cooperación internacional etc.	6
Otro cuál	

CARACTERISTICAS DEL BIODIGESTOR

24 ¿Aproximadamente hace cuanto instaló usted el biodigestor? **RU**

25 ¿Hace cuánto lo está usando? **RU**

Tiempo	24	25
Menos de una semana	1	
Una semana	2	
Entre 15 y 20 días	3	
Entre uno y dos meses	4	
Entre 3 y 4 meses	5	
Entre 5 y 6 meses	6	
Entre 7 y 8 meses	7	
Entre 9 y 10 meses	8	
Entre 11 meses y un año	9	
Entre 2 y 3 años	10	
Entre 4 y 5 años	11	
Más de 5 años	12	

26 ¿Podría decirme que tipo de biodigestor es? **RU (Mostrar tarjeta 26 con imágenes)**

Tipo de biodigestores	26
Chorizo en B	1
Chorizo Recto	2
Campana	3
Tanque	4
Comercial plástico	5
Otro cual	98

27) ¿Porque razón implementaron este tipo de biodigestor y no otro? **RM NO leer opciones de respuesta**

Razones	27
Fue lo que recomendaron los asesores	1
Porque es el que mejor se adapta a las condiciones del terreno	2
Porque es el que mejor se adapta al tipo de producción que usted tiene en su finca	3
Es el más económico	4
Es el más fácil de instalar	5
Otro cual	98

28) ¿Tiene conocimiento de cómo se realizaron los cálculos para diseñar e instalar el biodigestor? **RU**

Si	1	Continúe
No	2	Pase a 30

29. ¿Qué variables se tuvo en cuenta para diseñar e instarlo? **RA**

--

30) ¿Que distancia hay entre el biodigestor y el punto de alimentación del mismo?
RA

Metros

31) ¿Que distancia hay entre el biodigestor y el punto de uso de gas? (¿fogones, estufas, calentadores etc.? **RA**

Metros

32 ¿Cómo protege usted el biodigestor? **RA**

--

33 ¿Si usted pudiera que le mejoraría al proceso de instalación del biodigestor? Profundizar **RA**

--

USOS DEL BIODIGESTOR

34) ¿Qué beneficios le ha traído el uso del biodigestor a su finca? **RA**

--

35 ¿Podría decirme cuál de los siguientes usos le da usted al biodigestor **RM LEER opciones de respuesta**

36 ¿Cuál de estos usos considera usted que es el que le genera mayores beneficios a su finca? **RU LEER opciones de respuesta**

37 Por qué razón? **RA Profundizar**

Usos	35	36	37 Porque razón
Manejo de excretas o de residuos orgánicos	1	1	
Producción de abonos y fertilizantes	2	2	
Producción de gas metano	3	3	
Ninguno	97	97	

38) ¿Le da usted algún otro tipo de uso al biodigestor? **RA**

--

39) ¿Podría decirme con que alimenta usted el biodigestor? **RM No leer opciones de respuesta**

40) ¿En qué porcentaje? **RA**

Tipo de alimento	39	40 %
Excremento de vaca	1	
Excremento de cerdo	2	

Excremento de aves de corral	3	
Desechos orgánicos sólidos	4	
Agua	5	
Otro cuál -----	98	

41) ¿Cada cuánto alimenta usted el biodigestor? RU

Tiempo	41
Todos los días	1
Dos veces a la semana	2
Una vez a la semana	3
Tiempo mayor de una semana	4

42) ¿Usa usted el bioabono producido por el biodigestor? RU

Si	1	Continúe
No	2	Pase a 45

43 ¿Qué usos le da usted al abono producido por el biodigestor? RU

Usos	
Lo usa como abono para cultivos	1
Lo usa para alimentar animales	2
Mejoramiento de suelos	3
¿Otro cuál? _____	98

44 ¿En qué área (m²) aproximada de la finca usa usted el bioabono producido por el biodigestor? RA

MTS

45) ¿Usa usted el gas producido por el biodigestor? RU

Si	1	Continúe
No	2	Pase a 50

46) ¿Para que los usa exactamente? RM NO leer opciones de respuesta

Usos	46
Cocinar	1
Calentador de agua	2

Para calentar galpones y otros animales	3
¿Otro cuál? _____	98

47) Cuantas horas diarias puede usar usted gas producido por el biodigestor **RA**

49 ¿Cada cuánto lo usa? **RU**

Tiempo	49
Todos los días	1
Dos veces a la semana	2
Una vez a la semana	3
Tiempo mayor de una semana	4

50 ¿Si usted pudiera que le mejoraría al uso del biodigestor? Profundizar **RA**

Anexo B. Cuestionario caracterización de biodigestores proyecto de investigación para empresas

Nombre de la Empresa	
Dirección	
Nombre del Encuestado	
Cargo	
Nombre Encuestador	
Municipio	

Este cuestionario es aplicable tanto a biodigestores que están en funcionamiento como a biodigestores que fueron instalados y ya no se encuentran en funcionamiento.

CONVENCIONES: **RU**: Respuesta única. **RM**: Respuesta Múltiple, **RA**: Respuesta Abierta

FILTRO

1) ¿Ha instalado usted en su empresa un biodigestor? **RU**

SI	1	Continúe
NO	2	Agradezca y termine

DATOS DE LA EMPRESA

2) ¿Cuál es la actividad económica de la empresa? **RA**

--

3) ¿Qué tipos de residuos se generan en el proceso de producción en su empresa? **RA**

--

CARACTERISTICAS DEL BIODIGESTOR

4) ¿Cuántos biodigestores tiene instalados? **RA**

5) ¿Fecha de instalación del (los) biodigestor(es)? **RA**

6) ¿Cuánto tiempo lleva funcionando el (los) biodigestor(es)? **RA**

7) ¿Podría decirme qué tipo de biodigestor es? **RU**

Tipo de biodigestores	7
Chorizo	1
Campana	2
Tanque	3
Comercial plástico	4
Piscina cubierta	5
Otro cual	

8) ¿Porque razón implementaron este tipo de biodigestor y no otro? **RM NO leer opciones de respuesta**

Razones	27
Fue lo que recomendaron los asesores	1
Porque es el que mejor se adapta a las condiciones del terreno	2
Porque es el que mejor se adapta al tipo de producción que usted tiene en su empresa	3
Es el más económico	4
Es el más fácil de instalar	5
Otro ¿Cuál?	

9) ¿De qué material está construido el biodigestor?

10) ¿Tiene conocimiento de cómo se realizaron los cálculos para diseñar e instalar el biodigestor? **RU**

Si	1	Continúe
No	2	Pase a 11

11). ¿Qué variables se tuvo en cuenta para diseñarlo e instalarlo? **RA**

--

12) ¿Que distancia hay entre el biodigestor y el punto de alimentación del mismo?
RA

Metros

13) ¿Que distancia hay entre el biodigestor y el punto de uso de gas? **RA**

Metros

14) ¿Cómo protege usted el biodigestor? **RA**

--

15) ¿Si usted pudiera que le mejoraría al proceso de instalación o del desempeño del biodigestor? Profundizar **RA**

USOS DEL BIODIGESTOR

16) ¿Qué beneficios ha traído el uso del biodigestor a su empresa? **RA**

17) ¿Podría decirme cuál de los siguientes usos le dan en su empresa al biodigestor?

18) ¿Cuál de estos usos considera usted que es el que le genera mayores beneficios a su empresa? **RU LEER opciones de respuesta**

Usos	17	18	Por qué razón?
Manejo de residuos orgánicos	1	1	
Producción de abonos y fertilizantes	2	2	
Producción de gas metano	3	3	
Ninguno	97	97	

19) ¿Por qué razón? RA Profundizar

20) ¿Le da usted algún otro tipo de uso al biodigestor? RA

21) ¿Podría decirme con qué alimentan el biodigestor? RA

22) ¿Se le realiza algún tipo de pretratamiento a la materia orgánica antes de ingresarla al biodigestor? RA

23) ¿Si se alimenta al biodigestor con varios tipos de materia orgánica, conoce la relación o el porcentaje entre los tipos de materiales? RA

24) ¿Cada cuánto se alimenta el biodigestor? RU

Tiempo	
Todos los días	1
Dos veces a la semana	2
Una vez a la semana	3

Tiempo mayor de una semana	4
Continuamente	5
Otro:	

Si utiliza el bioabono producido	Continúe
Si NO se utiliza el bioabono producido	Pase a la pregunta 27

25) ¿Qué usos le da usted al abono o biol producido por el biodigestor? RU

Usos	
Lo usa como abono para cultivos	1
Lo usa para alimentar animales	2
Mejoramiento de suelos	3
Para la venta	4
Otro ¿cuál? _____	

26) ¿En qué área (m² o Ha) aproximada de la empresa se usa el bioabono producido por el m² o Ha biodigestor? RA

Si utiliza el gas producido	Continúe
Si NO se utiliza el gas producido	Pase a la pregunta 31

27) ¿Para que los usa exactamente? RM NO leer opciones de respuesta

Usos	46
Generación de calor	1
Generación de electricidad	2
Otro ¿cuál? _____	

28) ¿En caso de que utilice el gas para generación de energía eléctrica que tipo de generador o marca utiliza? RA

29) ¿Con qué frecuencia utiliza el gas producido por el biodigestor? RA

--

30) ¿Cuantifica la producción de biogás producido por el biodigestor?

SI	1
NO	2
Cómo _____	

31) En caso de que no lo use ¿cómo hace la disposición del gas producido?

Lo libera a la atmósfera	1
Lo quema	2
Otro Cual _____	

32) ¿Estaría interesado en empezar a utilizar el gas?

SI	1
NO	2

33) ¿El biodigestor genera malos olores?

SI	1
NO	2

34) ¿Si usted pudiera qué le mejoraría al uso del biodigestor? Profundizar RA

35) ¿Actualmente está ejecutando algún proyecto de investigación o iniciativa para optimizar el desempeño del biodigestor?

SI	1	Continuar
NO	2	Agradezca y termine

36) ¿Le interesaría realizar una iniciativa de investigación de este tipo con la Universidad de los Llanos? RA

--

Anexo C. Biodigestores identificados que no fueron censados

MUNICIPIO	NOMBRE DEL PREDIO, EMPRESA O PRODUCTOR	ESTADO DEL BIODIGESTOR
Villavicencio	Finca Brisas de la Rivera	Se desconoce
	Hurí	Operativo
	Finca Bavaria	
	Gonzalo Barrantes	Se desconoce
Puerto López	Sierra Macha	No Operativo
	(Las Leonas)	Operativo
El Dorado, Castillo, Fuente de Oro, San Juan de Arama	El paraíso	No Operativo
	Iván Jaramillo	No Operativo
	Rubén Darío García	No Operativo
	Héctor Franco	No Operativo
	AgaSanJuan	No Operativo
	Rubiel (Rubiela Rojas)	No Operativo
Lejanías	Laurentino Cubillos	No operativo
	Miller Leiva	Operativo
Empresas	La Fazenda	Operativo
	El Sena	No operativo
	Unipalma	Operativo
	Hotel Campanario	No operativo

Fuente: Elaboración propio

Anexo D. Respuestas de encuestas aplicadas a productores

N°	Nombre del predio/finca/organización	Fecha de encuesta	Municipio	¿Ha instalado usted en su finca o predio un biodigestor?	Género	Edad	Estado civil	Tiene hijos	Cuántos hijos tiene	Con quien vive usted	Cuántas hectáreas tiene su finca	Que tipo de animales de producción (no mascotas) tiene usted en su finca	Cuántos animales tiene de los anteriormente mencionados	Que tipo de productos agrícolas siembra usted en su finca
1	San Cristobal	26/10/2017	Villavicencio	Sí	Hombre	50	casado	Sí	5	pareja e hijos	8	Vacas, Cerdos, Gallinas, peces	vacas 7, cerdos 6, Gallinas 40	Frutas, Verduras, Forestales, Transitorios
2	El Vergel	26/10/2017	Villavicencio	Sí	Mujer	69	casado	Sí	5	solo con pareja	7	Vacas, Cerdos, Gallinas	vacas 2, cerdos 10, gallinas 350	Frutas, Verduras, Forestales, Permanentes, Pastos
3	Miralindo	26/10/2017	Restrepo	Sí	Hombre	48	casado	Sí	5	pareja e hijos	0,25	Cerdos, Gallinas	cerdos 6, gallinas 50	Frutas
4	El Bambu	26/10/2017	Restrepo	Sí	Mujer	76	casado	Sí	8	pareja e hijos	5	Vacas, Cerdos, Gallinas	vacas 1, cerdos 1, gallinas 40	Frutas, Verduras
5	La Peluza	26/10/2017	Puerto Gaitan	Sí	Hombre	55	Unión libre	Sí	2	pareja e hijos	40	Vacas, Cerdos, Gallinas	vacas 35, cerdos 27, gallinas 100	Frutas, Verduras, Forestales, Transitorios, Permanentes
6	Sierra Macha	26/10/2017	Puerto Puerto Lopez	Sí	Mujer	60	casado	Sí	7	pareja e hijos	25	Vacas, Cerdos, Gallinas	Vacas 20, cerdos 19	Frutas, Verduras, Pastos
7	El diamante	11/05/2018	Lejanías	Sí	Hombre	24	Soltera	No		con padres	40	Vacas	Vacas 25	Transitorios, Pastos

Nombre del predio/finca/organización	De donde proviene el principal ingreso de su familia	De quien es el predio donde se construyó ese biodigestor	Quien o quienes son los propietarios del biodigestor	Recibió usted algún tipo de asesoría en la construcción del biodigestor	Quién le prestó esta asesoría	Qué personas le ayudaron y/o participaron	Que personas se encargan de alimentar, limpiar y manipular el biodigestor	Que personas se benefician del biodigestor	Cómo se gestionaron los recursos para construir el biodigestor	Aproximadamente hace cuanto instaló usted el biodigestor	Tiempo de funcionamiento
San Cristobal	panela, cuajada	propio	propio	Si	biocotal santander	Familia, Asociados o miembros de alguna organización, Minga /mano e vuelta	Familia	Familia	Recursos propios, Aportes de miembros de la comunidad	2016	Entre 11 y un año
El Vergel	pensión, agricultura	propio	propio	Si	Red Biocol latinoamericana de la biomasa	Asociados o miembros de alguna organización, Minga /mano e vuelta, Trabajadores /obreros	Familia	Familia	Recursos propios, Aportes empresa privada (bionergy, fazenda, Ecopetrol etc)	2015	Entre 2 y 3 años
Miralindo	cría de animales	propio	propio	Si	Asociación Mercado Campesinos Villavcencio	Familia, Vecinos	Familia	Familia	Recursos propios	2017	Entre 5 y 6 meses
El Bambu	animales	familiar	propio	Si	Juan de Dios, Gonzalo Parrado	Familia, Vecinos, Asociados o miembros de alguna organización, Minga /mano e vuelta, profesora y estudiantes de la universidad de los llanos	Familia	Familia	Recursos propios	2017	Entre 5 y 6 meses
La Peluza	De la finca	propio	Familia Almanza-Santa	Si	Fundación Cosmopolitana-Cepsa	Familia, Vecinos, Asociados o miembros de alguna organización, Minga /mano e vuelta	Familia	Familia	Recursos propios	2016	Entre 11 meses y un año
Sierra Macha	ingresos propios/ venta de productos	propio	propio	Si	Fundación la Cosmopolitana	Familia, Asociados o miembros de alguna organización, Minga /mano e vuelta	Familia	Familia	Recursos propios Unillanos	2017	No esta en funcionamiento
El diamante	Turismo	Cosmopolitana	familia	Si	Cosmopolitana	Trabajadores /obreros	Familia	Familia	Recursos propios	2015	Entre 2 y 3 años

N°	Nombre del predio/finca/organización	Que tipo de biodigestor es	Porque razón implementaron este tipo de biodigestor y no otro	Tiene conocimiento de cómo se realizaron los cálculos para diseñar e instalar el biodigestor	Qué variables se tuvo en cuenta para diseñar e instalarlo	Que distancia hay entre el biodigestor y el punto de alimentación del mismo en metros	Que distancia hay entre el biodigestor y el punto de uso de gas? (fogones, estufas, calentadores etc) en metros	Cómo protege usted el biodigestor	Si usted pudiera que le mejoraría al proceso de instalación del biodigestor? Profundizar	Qué beneficios le ha traído el uso del biodigestor a su finca	Cuál de los siguientes usos le da usted al biodigestor	Cuál de estos usos considera usted que es el que le genera mayores beneficios a su finca	Por qué razón	Le da usted algún otro tipo de uso al biodigestor
1	San Cristobal	Chorizo	Fue lo que recomendaron los asesores, Es el más económico, Es el más fácil de instalar	Sí	dimencion de biodigestor, medidas	6	25	otro plástico, polisombra	cubrir con tejas de zinc	muchos no se contaba con tiempo suficiente para conseguir leña, la generacion de abono	Manejo de excretas o de residuos orgánicos, Producción de abonos y fertilizantes, Producción de gas metano	Producción de abonos y fertilizantes	ha sido el mejor fertilizante que he tenido me pone hermosas las plantas	no
2	El Vergel	Chorizo	Fue lo que recomendaron los asesores	Sí	Números de personas, n° animales	2	12	evitan tener objetos cerca del biodigestor	conducir las aguas grises, conducir las mieles del café	disminución de contaminación, disminución de la tala de arboles, producción de abonos	Manejo de excretas o de residuos orgánicos, Producción de abonos y fertilizantes, Producción de gas metano	Producción de abonos y fertilizantes	el abono es un excelente fertilizante para las plantas	no
3	Miralindo	Chorizo	Fue lo que recomendaron los asesores, Es el más económico	Sí	medidas del biodigestor	1,2	15	polisombra, cercado con vareta	ampliar el tubo, rs muy pequeño 1/2 pulgadas	no tener que hacer uso de leña, evitar el humo	Producción de gas metano	Producción de gas metano	por me sirve para cocinar	no
4	El Bambu	Chorizo	Fue lo que recomendaron los asesores, Es el más económico, Es el más fácil de instalar	Sí	numero de animales y de personas	2	30	polisombra	la implementacion de mas cocheras e animales	económicos, evita la compra de cilindros y el transporte de ellos	Manejo de excretas o de residuos orgánicos, Producción de gas metano	Producción de gas metano	el gas sirve para cocinar	no
5	La Peluza	Chorizo	Porque es el que mejor se adapta al tipo de producción que usted tiene en su finca	Sí	Cantidad de cerdos, longitud	1	50	Polisombra, barreta viva	cambiarlo por geomenbrana, deposito del sol	en gas- biol(economía y abono)	Manejo de excretas o de residuos orgánicos, Producción de abonos y fertilizantes, Producción de gas metano	Producción de abonos y fertilizantes	calidad y control de plagas	no
6	Sierra Macha	Chorizo	Es el más económico, Es el más fácil de instalar	Sí	la alimentacion	2	5	encierro en alambre	sacar las salidas	producción de abono	Producción de abonos y fertilizantes, Producción de gas metano	Producción de abonos y fertilizantes	economia	no
7	El diamante	Chorizo	Es el más económico	Sí	cantidad de animales	5	10	se protege con cerca y polisombras	utilizar un plástico mas grande. utilizaria otro tipo de biodigestor	manejo de residuos de excreta humana	Manejo de excretas o de residuos orgánicos	Producción de gas metano	ahorrar la utilización de GLP	no

Nombre del predio/finca/organización	Con que se alimenta el biodigestor	Que porcentaje de cada uno los anteriores mencionados utiliza	Cada cuánto alimenta usted el biodigestor	Usa usted el bioabono producido por el biodigestor	En qué área (mt 2) aproximada de la finca usa usted el bioabono producido por el biodigestor	Usa usted el gas producido por el biodigestor	¿Para que usa el gas exactamente?	Cuántas horas diarias puede usar usted gas producido por el biodigestor	Cada cuánto lo usa	Si usted pudiera que le mejoraría al uso del biodigestor. Profundizar	Que usos le da usted al abono producido por el biodigestor	Cuanto mide el biodigestor (mts)	Por que razón no esta en funcionamiento
San Cristobal	Excremento de vaca, Excremento de cerdo	50-50	Todos los días	Sí	20000	Sí	Cocinar	6	Todos los días			12	
El Vergel	Excremento de vaca, Excremento de cerdo	50- 50	Todos los días	Sí		Sí	Cocinar	3	Todos los días	la iluminación para la casa, calentadora de agua, tener una incubadora	abono para cultivos, mejoramiento de suelos	12	
Miralindo	Excremento de cerdo	100	Todos los días	No		Sí	Cocinar	6	Todos los días	cambiar la estufa, adaptarla para el uso de ese gas		12	
El Bambu	Excremento de vaca, Excremento de cerdo, Agua		Todos los días	Sí		Sí	Cocinar	5	Todos los días	implementar mas animales para aumentar la producción de gas	abono para cultivos	12	
La Peluza	Excremento de cerdo	100%	Todos los días	Sí	30000	Sí	Cocinar	8	Todos los días	reservorio, producir mas gas	mejoramiento de suelos	12	
Sierra Macha	Excremento de cerdo	50-50	Todos los días	Sí	20000	Sí	Cocinar	3	Todos los días	sacar los lodos	abono para cultivos, mejoramiento de suelos	7	el plastico se lo comieron las ratas
El diamante	Excremento humano	100%	Cada vez que se utiliza las instalaciones de baños	No		No				Sembrar mas plantas, mejorar la protección del Biodigestor, utilizar eficientemente el biogas		12	

N°	Nombre del predio/finca/organización	Fecha de encuesta	Municipio	¿Ha instalado usted en su finca o predio un biodigestor?	Género	Edad	Estado civil	Tiene hijos	Cuántos hijos tiene	Con quien vive usted	Cuántas hectáreas tiene su finca	Que tipo de animales de producción (no mascotas) tiene usted en su finca	Cuántos animales tiene de los anteriormente mencionados	Que tipo de productos agrícolas siembra usted en su finca
8	La Macorita	11/05/2018	Puerto Lopez	Si	Mujer	48	casado	Si	4	pareja e hijos	25	Vacas, Cerdos, Pescados, aves	vacas 22, cerdos 4	Frutas, Cereales, Verduras, Forestales, Transitorios, Pastos
9	Juanchito	30/05/2018	Puerto Lopez	Si	Mujer	76	casado	Si	5	pareja e hijos	23,5	Vacas, Cerdos, Gallinas, Conejos	vacas 8 cerdos 30 gallinas 90 conejos 7	Frutas, Verduras, Forestales, Transitorios, Permanentes
10	Caballeros	30/05/2018	Puerto Lopez	Si	Hombre	57	casado	Si	3	solo con pareja	18	Vacas, Cerdos, Gallinas	vacas 15, cerdos 2	Frutas, Verduras, Forestales, Transitorios, Permanentes
11	Casa de piedra	31/05/2018	Lejanias	Si	Mujer	42	casado	Si	3	pareja e hijos	30	Vacas, Cerdos	Vacas 22, Cerdos 3	Pastos
12	Uricagua	21/08/2019	Puerto Gaitan	Si	Hombre	53	casado	Si	2	pareja e hijos	28	Vacas	25 Cerdos	Verduras, Transitorios, Pastos
13	Reserva Natural Rancho Camana	23/08/2019	Restrepo	Si	Mujer	59	viudo	Si	1	solo con hijos	1,7	NO	tiene animales silvestres	Frutas, Verduras, Forestales, Transitorios, Permanentes
14	Centro Permacultural Cosmogénesis	23/08/2019	Restrepo	Si	Hombre	55	casado	Si	4	solo con pareja	15	peces	cultivo de peces	Frutas, Verduras, Forestales, Transitorios, Permanentes
15	La safiro	23/08/2019	Puerto Gaitan	Si	Hombre	72	Soltera	Si	1	solo	7	Gallinas	no reportado	Frutas, Verduras, Transitorios

N°	Nombre del predio/finca/organización	De donde proviene el principal ingreso de su familia	De quien es el predio donde se construyó ese biodigestor	Quien o quienes son los propietarios del biodigestor	Recibió usted algún tipo de asesoría en la construcción del biodigestor	Quién le prestó esta asesoría	Qué personas le ayudaron y/o participaron	Que personas se encargan de alimentar, limpiar y manipular el biodigestor	Que personas se benefician del biodigestor	Cómo se gestionaron los recursos para construir el biodigestor	Aproximadamente hace cuanto instalo usted el biodigestor	Tiempo de funcionamiento
8	La Macorita	Agricultura	propio	propio	Sí	Cosmopolitana	Familia, Asociados o miembros de alguna organización	Familia	Familia	Recursos propios	2015	Entre 2 y 3 años
9	Juanchito	Gallinas ponedoras, derivados lácteos	Propio	Propio	Sí	Capacitación convenio Universidad de los Llanos	Familia, Vecinos, UNILLANOS	Familia	Familia	Recursos propios, UNILLANOS	2015	Entre 2 y 3 años
10	Caballeros	De lo poco que produce la finca y ayuda de hijos	Propio	Propio	Sí	Universidad de los llanos, Jorge Clavijo	Familia, Vecinos, UNILLANOS	Familia	Familia	Recursos propios, UNILLANOS mayoritariamente	2015	Entre 2 y 3 años
11	Casa de piedra	Leche	Propio	propio	Sí	Jorge Clavijo	Familia	Familia	Familia	Recursos propios	2015	Entre 2 y 3 años
12	Uricagua	Venta de cerdos	Propio	Propio	Sí	Minga	Familia, Minga /mano e vuelta	Familia	Familia	Recursos propios	2017	No esta en funcionamiento
13	Reserva Natural Rancho Camana	Turismo	Propio	Propio	Sí	Juan Domingo García	Familia, Trabajadores /obreros	Familia	Familia	Recursos propios, Cormacarena	2019	Entre 3 y 4 meses
14	Centro Permacultural Cosmogenesis	Turismo,	Propio	Propio	Sí	Investigación explorativa	Familia	Familia	Familia	Recursos propios	2019	Entre 3 y 4 meses
15	La safiro	Cerdos y citricos	Propio	Propio	Sí	Minga	Familia, Minga /mano e vuelta	Familia	Familia	Recursos propios, Minga	2018	Entre 11 meses y un año

N°	Nombre del predio/finca/organización	Que tipo de biodigestor es	Porque razón implementaron este tipo de biodigestor y no otro	Tiene conocimiento de cómo se realizaron los cálculos para diseñar e instalar el biodigestor	Qué variables se tuvo en cuenta para diseñar e instalarlo	Que distancia hay entre el biodigestor y el punto de alimentación del mismo en metros	Que distancia hay entre el biodigestor y el punto de uso de gas? (fogones, estufas, calentadores etc) en metros	Cómo protege usted el biodigestor	Si usted pudiera que le mejoraría al proceso de instalación del biodigestor? Profundizar	Qué beneficios le ha traído el uso del biodigestor a su finca	Cuál de los siguientes usos le da usted al biodigestor	Cuál de estos usos considera usted que es el que le genera mayores beneficios a su finca	Por qué razón	Le da usted algún otro tipo de uso al biodigestor
8	La Macorita	Chorizo	Es el más fácil de instalar	No	cantidad de animales	5	40	Arboles proteger del sol, mallas	Buen tanque de alimentación, buena bomba para distribuir el abono	Económicos, mejoramiento de suelos por aplicación de abonos.	Manejo de excretas o de residuos orgánicos, Producción de abonos y fertilizantes, Producción de gas metano	Producción de abonos y fertilizantes	Mejora el suelo	No
9	Juanchito	Chorizo	Fue lo que recomendaron los asesores, Es el más económico	No	no	0,5	30	Polisombra	Protección en techo	Disminuye los gastos ya que se utiliza el gas como fuente de energía	Manejo de excretas o de residuos orgánicos, Producción de abonos y fertilizantes, Producción de gas metano	Producción de abonos y fertilizantes	sirve como abono para el cultivo	no
10	Caballeros	Chorizo	Fue lo que recomendaron los asesores, Es el más económico	No	Encargados los de la unillanos	5	15	Polisombra	Pavimentar desde el sitio de alimentación(cocheras) hasta el biodigestor para facilitar la recepción del estiércol	Disminuir costo por producción de gas, ayuda el medio ambiente	Manejo de excretas o de residuos orgánicos, Producción de abonos y fertilizantes, Producción de gas metano	Producción de abonos y fertilizantes	sirve como abono a las plantas	no
11	Casa de piedra	Chorizo	Fue lo que recomendaron los asesores, Es el más económico	No	no	5	50	con cerca eléctrica para el ganado y con mallas	Plástico para cubrir el biodigestor	Económicos por ahorro de dinero	Manejo de excretas o de residuos orgánicos, Producción de abonos y fertilizantes, Producción de gas metano	Producción de gas metano	fuerza energética para cocinar	no
12	Uricagua	Chorizo	Fue lo que recomendaron los asesores	Sí	Nivelación	1	1	Proteja con cerca, no tenía polisombra	instalar el biodigestor con geomembrana ya que es una material de mejor calidad	La utilización del bioabono para fertilización de cultivos	Producción de abonos y fertilizantes	Producción de abonos y fertilizantes	debido a que es un abono de muy buena calidad	no
13	Reserva Natural Rancho Camana	Canecas en serie	Calidad	Sí	Cantidad de M.O generada	18	10	con la vegetación no tiene sol directo	Aumentar el volumen de M.O producida	La contaminación ambiental y tranquilidad del deber cumplido	Manejo de excretas o de residuos orgánicos, Producción de abonos y fertilizantes	Manejo de excretas o de residuos orgánicos	No genera contaminación	NO
14	Centro Permacultural Cosmogénesis	Canecas en serie	Por que permite la fácil expansión, calidad	Sí	La cantidad de litros de aguas negras promedio que se pueden producir	100	0	vegetación	Le mejoraron el tanque de biol	No contaminación y fácil tratamiento de residuos	Manejo de excretas o de residuos orgánicos, Producción de abonos y fertilizantes	Manejo de excretas o de residuos orgánicos	Fácil manejo de la heces producidas y no contaminación al medio ambiente	sistema paralelo con platos de plátanos
15	La safiro	Chorizo	Fue lo que recomendaron los asesores, Es el más económico, Es el más fácil de instalar	Sí	Tipo de sustrato, factores químicos (PH)	3	3	Encierro al biodigestor	instalar un reservorio para garantizar la obtención de gas	Mejoramiento de cultivos	Manejo de excretas o de residuos orgánicos, Producción de abonos y fertilizantes, Producción de gas metano	Producción de gas metano	se garantiza tener una fuente de energía	no

N°	Nombre del predio/finca/organización	Con que se alimenta el biodigestor	Que porcentaje de cada uno los anteriores mencionados utiliza	Cada cuánto alimenta usted el biodigestor	Usa usted el bioabono producido por el biodigestor	En qué área (mt ²) aproximada de la finca usa usted el bioabono producido por el biodigestor	Usa usted el gas producido por el biodigestor	¿Para que usa el gas exactamente?	Cuántas horas diarias puede usar usted gas producido por el biodigestor	Cada cuánto lo usa	Si usted pudiera que le mejoraría al uso del biodigestor. Profundizar	Que usos le da usted al abono producido por el biodigestor	Cuanto mide el biodigestor (mts)	Por que razón no esta en funcionamiento
8	La Macorita	Excremento de vaca, Excremento de cerdo	80% cerdo, 20% vaca	Todos los días	Sí	20000	Sí	Cocinar	6	Todos los días	Instalaría un reservorio	abono para cultivos, mejoramiento de suelos	12	
9	Juanchito	Excremento de cerdo	100%	Todos los días	Sí	25000	Sí	Cocinar	5	Todos los días		abono para cultivos	6	
10	Caballeros	Excremento de cerdo, Desechos orgánicos sólidos	Excreto 80%, residuos cocina 20%	no muy regular 3 a 4 veces a la semana	Sí	25000	Sí	Cocinar	4	Todos los días	Que producir mas gas, mas grande el biodigestor	abono para cultivos	6	
11	Casa de piedra	Excremento de cerdo	Vaca 20%, cerdo 80%	Todos los días	Sí	100	Sí	Cocinar	5	Todos los días	una electrobomba para subir y bajar por gravedad el biol	abono para cultivos, mejoramiento de suelos	6	
12	Uricagua	Excremento de cerdo	cerdo 100%	Todos los días	Sí	50000	Sí	Para preparar comida para los cerdos	2	Todos los días	Garantizar que el material en el que este construido el biodigestor sea de la mejor calidad	abono para cultivos, mejoramiento de suelos	12	Cristalización del plástico
13	Resena Natural Rancho Camana	heces humanas	100%	Todos los días	Sí	10	No	_____	_____	_____	Aumentar la producción de materia orgánica para la utilización del biogas producido		55 GAL * 4	
14	Centro Permacultural Cosmogénesis	Excremento de vaca	100%	Todos los días	Sí	20	No	_____	_____	_____		abono para cultivos	55 GAL * 8	
15	La safiro	Excremento de cerdo	100%	Todos los días	Sí	200	No	_____	_____	_____	Garantizar la producción de biogas constantemente para utilizarlo en la cocina	abono para cultivos	12	

N°	Nombre del predio/finca/organización	Fecha de encuesta	Municipio	¿Ha instalado usted en su finca o predio un biodigestor?	Género	Edad	Estado civil	Tiene hijos	Cuántos hijos tiene	Con quien vive usted	Cuántas hectáreas tiene su finca	Que tipo de animales de producción (no mascotas) tiene usted en su finca	Cuántos animales tiene de los anteriormente mencionados	Que tipo de productos agrícolas siembra usted en su finca
16	Moniyamena	8/11/2019	Villavicencio	Sí	Hombre	67	Soltera	Sí	3	con trabajadores	2,8	Vacas	4	Frutas, Verduras, Transitorios
17	El reposo	8/11/2019	Lejanías	Sí	Hombre	62	casado	Sí	5	pareja e hijos	17	Vacas, Cerdos	6	Frutas, Verduras, Transitorios
18	La cumbre	8/11/2019	Lejanías	Sí	Hombre	38	Soltera	Sí	2	solo	10	Cerdos	6	Frutas, Verduras, Transitorios
19	Cachicama	8/11/2019	Lejanías	Sí	Hombre	58	Unión libre	Sí	2	pareja e hijos	6	Vacas, Cerdos	vacas 7, cerdo 3	Frutas, Verduras, Permanentes
20	El porvenir	9/11/2019	Lejanías	Sí	Mujer	34	Soltera	Sí	3	solo con hijos	15	Vacas, Cerdos	Vacas, Cerdos 3	Frutas
21	Cumar	10/11/2019	Puerto Gaitan	Sí	Mujer	45	Soltera	Sí	3	solo con hijos	3	Cerdos	cerdos 10	Frutas, Verduras
22	Villa Rosita	10/11/2019	Puerto Lopez	Sí	Mujer	48	casado	Sí	3	pareja e hijos	25	Vacas, Cerdos	Vacas 4, cerdos 3	Frutas, Verduras

N°	Nombre del predio/finca/organización	De donde proviene el principal ingreso de su familia	De quien es el predio donde se construyó ese biodigestor	Quien o quienes son los propietarios del biodigestor	Recibió usted algún tipo de asesoría en la construcción del biodigestor	Quién le prestó esta asesoría	Qué personas le ayudaron y/o participaron	Que personas se encargan de alimentar, limpiar y manipular el biodigestor	Que personas se benefician del biodigestor	Cómo se gestionaron los recursos para construir el biodigestor	Aproximadamente hace cuanto instaló usted el biodigestor	Tiempo de funcionamiento
16	Moniyamena	Cítricos	Propio	Propio	No		Familia, Trabajadores /obreros	Familia, Trabajadores /obreros	Familia, Trabajadores /obreros	Recursos propios	2017	Entre 7 y 8 meses
17	El reposo	Agricultura y Cría de animales	Propio	Propio	Sí	Proyecto Municipal Naciones Unidas	Familia, Asociados o miembros de alguna organización	Familia	Familia	Recursos propios, Aportes ONG, cooperación internacional etc	2007	No esta en funcionamiento
18	La cumbre	café	Familia	Familia	Sí	Juan Zarate	Familia, Minga /mano e vuelta, Trabajadores /obreros	Familia	Familia	Recursos propios, Redbiocol	2018	No esta en funcionamiento
19	Cachicama	Leche	Propio	Propio	Sí	Juan Pablo Zarate	Familia	Familia	Familia	Recursos propios	2013	Más de 5 años
20	El porvenir	Turismo	Propio	Propio	Sí	Minga	Familia, Minga /mano e vuelta	Familia	Familia	Recursos propios	2009	No esta en funcionamiento
21	Cumar	Agricultura, trabajo laborales	Propio	Propio	Sí	Minga	Familia, Minga /mano e vuelta	Familia	Familia	Recursos propios, minga	2017	Nunca se uso
22	Villa Rosita	Ganadería, porcicultura	Propia	Propia	Sí	Unillanos- Farmer to Farmer	Familia, Unillanos	Familia	Familia	Recursos propios, unillanos, Farmer to farmer	2016	Entre 4 y 5 años

N°	Nombre del predio/finca/organización	Que tipo de biodigestor es	Porque razón implementaron este tipo de biodigestor y no otro	Tiene conocimiento de cómo se realizaron los cálculos para diseñar e instalar el biodigestor	Qué variables se tuvo en cuenta para diseñar e instalarlo	Que distancia hay entre el biodigestor y el punto de alimentación del mismo en metros	Que distancia hay entre el biodigestor y el punto de uso de gas? (fogones, estufas, calentadores etc) en metros	Cómo protege usted el biodigestor	Si usted pudiera que le mejoraría al proceso de instalación del biodigestor? Profundizar	Qué beneficios le ha traído el uso del biodigestor a su finca	Cuál de los siguientes usos le da usted al biodigestor	Cuál de estos usos considera usted que es el que le genera mayores beneficios a su finca	Por qué razón	Le da usted algún otro tipo de uso al biodigestor
16	Moniyamena	Tanque	Es el más fácil de instalar	Sí	Capacidad de tanque	0	3	Bajo techo	mejorar la eficiencia de producción de gas	manejo de residuos, producción de abono	Manejo de excretas o de residuos orgánicos, Producción de abonos y fertilizantes, Producción de gas metano	Producción de abonos y fertilizantes	es muy buen productor de abono	no
17	El reposo	Chorizo	Fue lo que recomendaron los asesores, Es el más económico	No	no	3	100	No tiene	El proceso de instalación y plástico	economía por no compra de gas, evitar el contacto de humo	Manejo de excretas o de residuos orgánicos, Producción de abonos y fertilizantes, Producción de gas metano	Producción de gas metano	por economía y salud	No
18	La cumbre	Chorizo	Fue lo que recomendaron los asesores, Es el más económico	Sí	Capacidad, cantidad de animales, nivel	3	37	no	Riego de biol (No en baldados), instalación del gas para mejor eficiencia, la estufa	generación de calor y abono excelente	Manejo de excretas o de residuos orgánicos, Producción de abonos y fertilizantes, Producción de gas metano	Producción de gas metano	por que el biono tuvo resultados esperados por no tener como llevar al cutivo	No
19	Cachicama	Chorizo	Fue lo que recomendaron los asesores, Es el más económico	Sí	cantidad de animal, nivel	2	25	polisombra	plástico, tubería no por el suelo obstruye el flujo del gas sino aérea	Mitigación de contaminación, producción de una fuente de energía y un abono de calidad	Manejo de excretas o de residuos orgánicos, Producción de abonos y fertilizantes, Producción de gas metano	Producción de abonos y fertilizantes	fertilización de suelos	no
20	El porvenir	Chorizo	Fue lo que recomendaron los asesores, Es el más económico	No	no	3	20	Polisombra, arboles alrededor	Calidad del plástico	No utilización de fertilizantes químicos y gas	Manejo de excretas o de residuos orgánicos, Producción de abonos y fertilizantes	Producción de gas metano	Economía	NO
21	Cumar	Chorizo	Fue lo que recomendaron los asesores, Es el más económico	No	no	2	100	No	Mejorar la protección y encerrarlo	no	Ninguno	Ninguno	no se uso	no
22	Villa Rosita	Chorizo	Fue lo que recomendaron los asesores	Sí	Desnivel, capacidad de animales	2	20	polisombra	Guayos de resistencia en la entrada y salida del biodigestor	Económicos por utilización del gas y de biol	Manejo de excretas o de residuos orgánicos, Producción de abonos y fertilizantes, Producción de gas metano	Producción de abonos y fertilizantes	por el mejoramiento de suelos y contraresta la acidez del suelo	no

N°	Nombre del predio/finca/organización	Con que se alimenta el biodigestor	Que porcentaje de cada uno los anteriores mencionados utiliza	Cada cuánto alimenta usted el biodigestor	Usa usted el bioabono producido por el biodigestor	En qué área (mt 2) aproximada de la finca usa usted el bioabono producido por el biodigestor	Usa usted el gas producido por el biodigestor	¿Para que usa el gas exactamente?	Cuántas horas diarias puede usar usted gas producido por el biodigestor	Cada cuánto lo usa	Si usted pudiera que le mejoraría al uso del biodigestor. Profundizar	Que usos le da usted al abono producido por el biodigestor	Cuanto mide el biodigestor (mts)	Por que razón no esta en funcionamiento
16	Moniyamena	Excremento de vaca, Desechos orgánicos sólidos, compostaje	50/50	Todos los días	Sí		Sí	Cocinar	1.5	Tiempo mayor de una semana	mejorar la eficiencia de producción de biogas	abono para cultivos, mejoramiento de suelos	200	
17	El reposo	Excremento de vaca	100	Todos los días	Sí	1000	Sí	Cocinar	6	Todos los días	El plastico	abono para cultivos, mejoramiento de suelos	10	Daño de caucho, se llenaba de agua
18	La cumbre	Excremento de vaca		Todos los días	Sí	500	Sí	Cocinar	2	Todos los días	Que cuando se realicen proyectos se le garantice al productor un acompañamiento adecuado para la ejecución pertinente del biodigestor	abono para cultivos	10	Porque no hay una persona que lo opere
19	Cachicama	Excremento de vaca, Excremento de cerdo	50/50	Todos los días	Sí	500	Sí	Cocinar	6	Todos los días			10	
20	El povenir	Excremento de vaca, Excremento de cerdo	50/50	Todos los días	Sí	10000	Sí	Cocinar	6	Todos los días		abono para cultivos, mejoramiento de suelos	10	Daño en el plastico
21	Cumar	ninguno		nunca	No		No	—	—	—			7	No se contaba con agua en esa area para el lavado de cochera y llenado del biodigestor
22	Villa Rosita	Excremento de cerdo	100	Todos los días	Sí	10000	Sí	Cocinar	2	Todos los días		abono para cultivos, mejoramiento de suelos	7	

N°	Nombre del predio/finca/organización	Fecha de encuesta	Municipio	¿Ha instalado usted en su finca o predio un biodigestor?	Género	Edad	Estado civil	Tiene hijos	Cuántos hijos tiene	Con quien vive usted	Cuántas hectáreas tiene su finca	Que tipo de animales de producción (no mascotas) tiene usted en su finca	Cuántos animales tiene de los anteriormente mencionados	Que tipo de productos agrícolas siembra usted en su finca
23	Parcela N° 34 Las Leonas	10/11/2019	Puerto Lopez	Sí	Hombre	63	casado	Sí	3	solo con pareja	25	Cerdos	Tenias en su momento 50, ahora 0	Frutas, Verduras
24	Granja Costa Azul (Caballeros)	10/11/2019	Puerto Lopez	Sí	Hombre	43	casado	Sí	2	pareja e hijos	27	Vacas	vacas 40	Frutas, Verduras
25	Aljure	10/11/2019	Puerto Gaitan	Sí	Hombre	45	casado	Sí	3	pareja e hijos	5	Vacas, Cerdos	Cerdos 415	Frutas, Verduras, Transitorios, Pastos
26	El Tablón de Papa Juan/Tata	10/11/2019	Granada	Sí	Hombre	67	casado	Sí	6	solo con pareja, pareja e hijos	10	Vacas	vacas	Frutas, Verduras, Transitorios, Permanentes
27	La Floresta	10/11/2019	Lejanias	Sí	Hombre	42	casado	Sí	1	solo con pareja	13,5	Vacas	vacas 6	Frutas, Verduras, Transitorios
28	La Floresta	10/11/2019	Lejanias	Sí	Hombre	42	casado	Sí	1	solo con pareja	13,5	Vacas	vacas 6	Frutas, Verduras, Transitorios

N°	Nombre del predio/finca/organización	De donde proviene el principal ingreso de su familia	De quien es el predio donde se construyó ese biodigestor	Quien o quienes son los propietarios del biodigestor	Recibió usted algún tipo de asesoría en la construcción del biodigestor	Quién le prestó esta asesoría	Qué personas le ayudaron y/o participaron	Que personas se encargan de alimentar, limpiar y manipular el biodigestor	Que personas se benefician del biodigestor	Cómo se gestionaron los recursos para construir el biodigestor	Aproximadamente hace cuanto instalo usted el biodigestor	Tiempo de funcionamiento
23	Parcela N° 34 Las Leonas	Agricultura	Propio	Propio	Sí	Cosmopolitana	Familia	Familia	Familia	Recursos propios	2016	No esta en funcionamiento
24	Granja Costa Azul (Caballeros)	Tranformacion de materia prima	Propio	Propio	Sí	Cosmopolitana	Familia	Familia	Familia	Recursos propios	2016	No esta en funcionamiento
25	Aljure	Porcicultura	Propio	Propio	Sí		Familia, Asociados o miembros de alguna organización	Trabajadores /obreros	Familia, Trabajadores /obreros	Recursos propios	2015	Entre 4 y 5 años
26	El Tablón de Papa Juan/Tata	Cacao	Propio	Propio	No	no	Familia	Familia	Familia	Recursos propios	2007	No esta en funcionamiento
27	La Floresta	agricultura	Propio	Propio	Sí	Fundacion sembradores de esperanza	Familia	Familia	Familia	Recursos propios	2013	No esta en funcionamiento
28	La Floresta	Agricultura	Propio	Propio	Sí	Cosmopolitana	Familia, Cosmopolitana	Familia	Familia	Recursos propios	2019	Entre 3 y 4 meses

N°	Nombre del predio/finca/organización	Que tipo de biodigestor es	Porque razón implementaron este tipo de biodigestor y no otro	Tiene conocimiento de cómo se realizaron los cálculos para diseñar e instalar el biodigestor	Qué variables se tuvo en cuenta para diseñar e instalarlo	Que distancia hay entre el biodigestor y el punto de alimentación del mismo en metros	Que distancia hay entre el biodigestor y el punto de uso de gas? (fogones, estufas, calentadores etc) en metros	Cómo protege usted el biodigestor	Si usted pudiera que le mejoraría al proceso de instalación del biodigestor? Profundizar	Qué beneficios le ha traído el uso del biodigestor a su finca	Cuál de los siguientes usos le da usted al biodigestor	Cuál de estos usos considera usted que es el que le genera mayores beneficios a su finca	Por qué razón	Le da usted algún otro tipo de uso al biodigestor
23	Parcela N° 34 Las Leonas	Chorizo	Fue lo que recomendaron los asesores, Es el más económico	Sí	Nivel, cantidad de animales	2	20	con malla, polisombra	Mejoramiento del tanque	Económicos y prácticos	Manejo de excretas o de residuos orgánicos, Producción de abonos y fertilizantes, Producción de gas metano	Producción de abonos y fertilizantes	Mejoramiento de suelos y cultivos	no
24	Granja Costa Azul (Caballeros)	Chorizo	Fue lo que recomendaron los asesores, Es el más económico, Es el más fácil de instalar	Sí	Nivel, capacidad, cantidad de animales	1	15	no	Instalar una caja de resecion de materia gruesa y otra para materia tratada para asi posteriormente ingrese al biodigestor	economicos	Manejo de excretas o de residuos orgánicos, Producción de abonos y fertilizantes, Producción de gas metano	Producción de abonos y fertilizantes	porque es mas fácil de instalar, económico y sin gastar mucho dinero, ahorra los 65 que vale una pipeta	no
25	Aljure	Chorizo	Fue lo que recomendaron los asesores	Sí	capacidad	50	100	Bajo techo	no	generacion de energia y mejoramiento en cultivos	Manejo de excretas o de residuos orgánicos, Producción de abonos y fertilizantes, Producción de gas metano	Producción de abonos y fertilizantes	excelente fertilizante	no
26	El Tablón de Papa Juan/Tata	Chorizo	Es el más económico, Es el más fácil de instalar	Sí	tamaño	0	0	no	no	la utilizacion de abono	Manejo de excretas o de residuos orgánicos, Producción de abonos y fertilizantes	Producción de abonos y fertilizantes	fertilizante para cultivos	no
27	La Floresta	Chorizo	Fue lo que recomendaron los asesores, Es el más económico	Sí	Nivel, capacidad	0,5	50	arboles	proteccion de biodigestor	generacion de energia	Manejo de excretas o de residuos orgánicos, Producción de abonos y fertilizantes, Producción de gas metano	Producción de gas metano	evita la compra de gas que es costoso	no
28	La Floresta	Chorizo	Fue lo que recomendaron los asesores, Es el más económico	Sí	Nivel, Capacidad	0,5	50	Cerca, plantas	caja de cemento para el biodigestor	Economia en la no utilizacion de fertilizantes quimicos	Manejo de excretas o de residuos orgánicos	Producción de abonos y fertilizantes	economia	no

N°	Nombre del predio/finca/organización	Con que se alimenta el biodigestor	Que porcentaje de cada uno los anteriores mencionados utiliza	Cada cuánto alimenta usted el biodigestor	Usa usted el bioabono producido por el biodigestor	En qué área (mt 2) aproximada de la finca usa usted el bioabono producido por el biodigestor	Usa usted el gas producido por el biodigestor	¿Para que usa el gas exactamente?	Cuántas horas diarias puede usar usted gas producido por el biodigestor	Cada cuánto lo usa	Si usted pudiera que le mejoraría al uso del biodigestor. Profundizar	Que usos le da usted al abono producido por el biodigestor	Cuanto mide el biodigestor (mts)	Por que razón no esta en funcionamiento
23	Parcela N° 34 Las Leonas	Excremento de cerdo	100	Todos los días	Sí	5000	Sí	Cocinar	5	Todos los días		abono para cultivos, mejoramiento de suelos	15	termino con la porcicultura debido a la desigualdad de competencia con la Fazenda y la prohibición de la comercialización de carne
24	Granja Costa Azul (Caballeros)	Excremento de vaca	100	Todos los días	Sí	10000	Sí	Cocinar	5	Todos los días	Implementar un diseño de estufa que se adapte a las condiciones del biogas generado	abono para cultivos	7	Hace 8 meses cumplió su vida útil están por cambiar el plástico para iniciar el proceso de reinstalacion
25	Aljire	Excremento de cerdo	100	Todos los días	Sí	25000	Sí	calentar estufa para procesos agroindustriales	24	Todos los días	Nada funciona eficientemente	abono para cultivos, mejoramiento de suelos	13	
26	El Tablón de Papa Juan/Tata	Excremento de vaca	100	Todos los días	Sí	100000	No	_____	_____	_____		abono para cultivos, mejoramiento de suelos	12	No le daba uso eficiente y lo regalo
27	La Floresta	Excremento de vaca	100	Todos los días	Sí	50000	Sí	Cocinar	6	Todos los días	Proteccion del biodigestor	abono para cultivos, mejoramiento de suelos	13	duro solo 2 años las iguanas dañó el biodigeter
28	La Floresta	Excremento de vaca, Agua	20 kl mo, 50 agua	Todos los días	Sí	50000	Sí	Cocinar	6	Todos los días	Mejorar el reservorio del gas	abono para cultivos, mejoramiento de suelos	15	